

## СЕКЦИЯ № 2 «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

председатель секции – д.т.н., Гольцов А.С.,

секретарь – к.т.н. доцент Силаев А.А., [vae@volpi.ru](mailto:vae@volpi.ru), [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ВОДОВОДОВ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ ОБМОТОК СТАТОРА ГИДРОГЕНЕРАТОРА ВОЛЖСКОЙ ГЭС

*Паршев С.С.*

*Научные руководители: к.т.н., доцент В.Е. Костин*

*к.т.н., доцент А.А. Силаев А.А.*

Надежность получения электроэнергии от агрегатов на Волжской ГЭС во многом зависит от работы системы охлаждения активных обмоток статора. Серьёзной проблемой является обрастание поверхностей технических водоводов и оборудования моллюском дрейссена.

Надёжность работы системы может быть повышена за счет внедрения автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) прогрева воздухоохладителей (ТО). Объектами управления являются задвижки теплообменных аппаратов воздухоохладителей, при этом, перекрывая задвижки можно осуществлять профилактический прогрев и экспозицию при заданной температуре для уничтожения моллюсков и их личинок, прошедших через фильтры.

Для разработки АСУТП необходимо составить математическую модель динамики водяного ТО и диагностическую модель процесса обрастания и засорения элементов оборудования.

Составляется уравнение сохранения энергии для охлаждающей воды:

$$T_x \frac{dT'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}}'}{dt} + T'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}} = K_1 T'_{TP} + K_2 T'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}} + K_3 M_x, \quad (1)$$

где  $m_x$  – масса технической воды в ТО;

$C_{p_x}$  – удельная теплоемкость воды;

$M_x$  – массовый расход технической воды;

$a_x$  – коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к воде;

$S_x$  – площадь поверхности теплообмена со стороны технической воды;

$T'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}}$ ,  $T'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}}$  – температура воды до и после ТО;

$T'_{\text{а\ddot{a}\zeta}}$ ,  $T'_{\text{а\ddot{a}\zeta}}$  – температура воздуха до и после ТО;

$F'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}}$ ,  $F'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}}$  – расход воды до и после ТО;

$\tilde{N}'_{\text{а\ddot{a}\ddot{a}}}$ ,  $\tilde{N}'_{\text{а}}$  – теплоемкость воды и воздуха.

После линеаризации и записи переменных в отклонениях будет иметь вид:

$$T_{TP} \frac{dT'_{TP}}{dt} + T_{TP} = K_4 T'_{\text{А\ddot{E}}} + K_5 T'_{\text{а\ddot{a}}} . \quad (2)$$

Составляется уравнение сохранения энергии воздуха в ТО:

$$T_{\text{А}} \frac{dT'_{\text{А\ddot{E}}}}{dt} + T_{\text{А\ddot{E}}} = K_6 T'_{\text{А}} + K_7 \dot{I}_{\text{А}} + K_8 T'_{\text{ОБ}} . \quad (3)$$

Таким образом, динамика ТО описывается системой из трех дифференциальных уравнений 1-го порядка (1), (2), (3).

Для определения результирующей переменной динамики процесса ТО необходима конечная температура технической воды.

Проводится идентификация параметра диагностической модели МНК. Модель разрабатывается для диагностирования забивки воздухоохладителя, в качестве диагностического параметра выступает произведение  $F_{\hat{a}\hat{a}}' T_{\hat{a}\hat{a}}'$ .

$T_{\hat{a}\hat{a}}'$  - определяется из соотношений теплового баланса воздухоохладителя.

Определив это значение, идентифицируется  $F_{\hat{a}\hat{a}}'$ .

Составляется уравнение определения температуры на выходе:

$$T_{\hat{a}\hat{a}}' = \frac{F_{\hat{a}} C_{\hat{a}} T_{\hat{a}} - F_{\hat{a}}' C_{\hat{a}} T_{\hat{a}}' + F_{\hat{a}\hat{a}}' C_{\hat{a}\hat{a}}' T_{\hat{a}\hat{a}}'}{F_{\hat{a}\hat{a}}' C_{\hat{a}\hat{a}}'}. \quad (3)$$

Производится замена:  $H = T_{\hat{a}\hat{a}}'$ ;

Искомое уравнение МНК:

$$A = (H^T H)^{-1} H^T Y, \quad (4)$$

где A – вектор параметров.

В конечном виде математическая модель будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} H_{i,0} &= P_{\hat{a}} \\ H_{i,1} &= T_{\hat{a}\hat{c}} \\ H_{i,2} &= T_{\hat{a}\hat{c}}' \\ H_{i,3} &= T_{cm_i} \end{aligned} \right\} \Rightarrow Y = A^T H, \quad (4)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}$$

Результаты моделирования представлены на рисунке 1

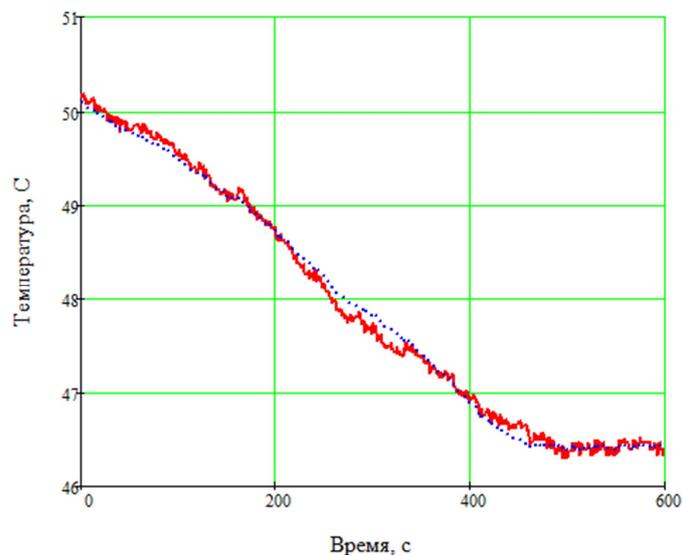


Рисунок 1 – Моделирование процесса нагрева ТО

Таким образом, полученную диагностическая модель процесса обрастания можно использовать для управления активных обмоток статора агрегата Волжской ГЭС.

# **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И АНАЛИЗА МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЛАБОРАТОРИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»**

*А.А. Кудрин*

*Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Силаев*

Лаборатория изготовления и испытания образцов является основным контролёром механических свойств трубы на всех этапах её производства. Лаборатория оборудована различными установками для проведения испытаний на удар, на удар падающим грузом, на растяжение, на прокаливаемость. На каждое испытание существуют нормы, за пределы которых не должно выходить значение испытаний, они определяются картой контроля качества, согласно которой проводятся испытания. Результаты испытаний вносятся лаборантами в базу данных для дальнейшей обработки. Увеличение объёмов производства требует сокращения до минимума времени на ввод данных по каждой трубе.

Существующая система ввода данных не обеспечивает полного функционала для обеспечения быстрого ввода данных. Ввод протокола занимает значительное время, даже несмотря на использование горячих клавиш. Отсутствие функционала копирования протокола вынуждает заново вносить протокол даже при незначительных изменениях. После внедрения автоматизированной системой потрубной прослеживаемости на базе ТПЦ-3 ОАО «Волжский трубный завод» встал вопрос о необходимости обмена данными с лабораторией, но обмен с существующей системой затруднён из-за различий в архитектуре и реализации

Для более тесной интеграции с автоматизированной системой потрубной прослеживаемости, а также сведения к минимуму задержек ввода данных, была разработана автоматизированная система контроля и анализа механических испытаний. Она обладает функционалом по ускорению ввода данных и исключению ошибок ввода, таким как:

- исключение возможности ввода некорректных символов в поля ввода;
- заполнение информации на основе справочников;
- функционал копирования протокола испытаний;
- функционал по добавлению списка испытаний на основе карты контроля качества;
- функционал контроля результатов испытаний на основе карты контроля качества.

Разработка системы анализа и контроля позволит расширить варианты печатных форм протокола для обеспечения соответствия требованиям самых разных контролирующих органов. Система была разработана на базе клиент-серверной архитектуры, на базе платформы .Net Framework, что обеспечивает работу приложения независимо от особенностей аппаратной части системы. Для хранения данных по протоколам испытаний была использована СУБД Microsoft SQL Server. Система содержит семь модулей, в которых реализован весь функционал разрабатываемой системы.

Внедрение системы позволит:

- 1) повысить качество вводимых данных за счёт автоматической проверки результатов механических испытаний на соответствие карте контроля качества;
- 2) уменьшить время ввода данных за счёт автоматизации повторяющихся действий и автозаполнения полей ввода на основании привязанной карты контроля качества.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ГИДРОАГРЕГАТА «ВОЛЖСКОЙ ГЭС»

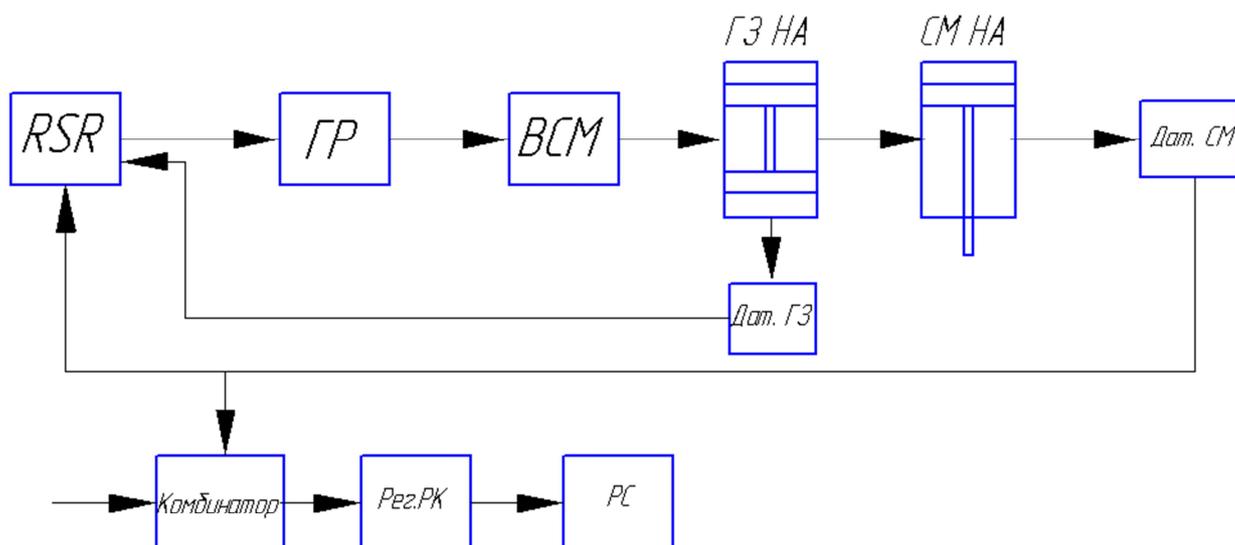
Андреев Д.С.

Научный руководитель д.т.н., профессор А.С.Гольцов.

Гидроэлектростанция представляет собой комплекс сооружений и оборудования, при помощи которых осуществляется концентрация водной энергии и её преобразование в электроэнергию. Гидравлическая энергия рек представляет собой работу, которую совершает текущая в них вода.

Водохранилище ГЭС с отметкой верхнего бьефа выше на 22 метра от отметки нижнего бьефа создаёт напор на рабочее колесо турбины. Коэффициент полезного действия гидротурбин зависит от их конструкции, диаметра рабочего колеса и изменений напора. Вращаясь от потока воды турбина преобразует гидравлическую энергию в механическую в основном за счёт потенциальной энергии потока. Механическая энергия вращения находящегося на одном валу ротора генератора преобразуется в электрическую энергию в обмотке статора генератора посредством создания в электромагнитном поле ЭДС.

Ниже приведена структурная схема технологического процесса



Направляющий аппарат является органом, регулирующим расход воды через турбину и создания необходимой циркуляции перед рабочим колесом в соответствии с нагрузкой на агрегат; прекращения доступа воды к рабочему колесу, и остановки турбины; защиты агрегата от разгона при сбросе нагрузки.

Управление сервомотором осуществляется через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения.

В составе имеет датчик положения штока сервомотора и механическую систему тяг, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению.

Механизмы реакций, происходящих, в каждой точке пространстве и в каждый момент времени можно полностью описать через следующие параметры: давление, сила трения, перемещение, сила упругости.

Для описания процесса перемещения штока сервомотора составим уравнение движения подвижных элементов на основании основного закона динамики - второго закона Ньютона [1].

$$m\ddot{x} = p_1 \cdot S_1 - (p_2 \cdot S_2 + F_{\text{Вн}} + F_{\text{уп}})$$

Моделирование проводится по модели:

$$X_k = R_1 \cdot x_{n-1} + R_2 \cdot x_{n-2} + R_3 \cdot u_k$$

$$Fy = b \cdot u(t);$$

Таким образом, получаем следующую модель:

$$mx = -\mu \cdot x(t) - c \cdot \dot{x}(t) + b \cdot u(t);$$

Разделим на  $m$  и получим:

$$\dot{x} = R_1 \cdot \dot{x}(t) - R_2 \cdot x(t) + R_3 \cdot u(t)$$

Для оценивания параметров использовал следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} z = z + F \cdot z \cdot dt + dt \cdot M \cdot C^T \cdot (x_{k-1} - C \cdot z) \\ M = M + F \cdot M \cdot dt + F \cdot M \cdot dt - M \cdot C^T \cdot C \cdot M \cdot dt \end{cases}$$

$$b_0 = \begin{pmatrix} b_{1_0} \\ b_{2_0} \end{pmatrix};$$

где  $z = \begin{pmatrix} y \\ b \end{pmatrix}$ ,  $y, b$  – искомые параметры;

$$F = \begin{pmatrix} b_0 & H_{k-1} \\ 0 & 0 \end{pmatrix};$$

$$H = (x_{k-1}^2 \quad x_{k-1}^3)$$

Для анализа качества обучения модели была определена погрешность моделирования. Был проведен анализ погрешности моделирования. Для этого были посчитаны среднее отклонение, среднеквадратичное отклонение, максимальная по модулю ошибка.

Таким образом, были оценены параметры модели золотника и сервомотора, с помощью метода наименьших квадратов (МНК) [2] и рекуррентного МНК, проведено моделирование и получены характеристики погрешности [3].

Список литературы

1. Карпенков С. Х. К26 Концепции современного естествознания: Учебник для вузов 19с.
2. А.Е. Дилигенская «Идентификация объектов управления».
3. Д. Гроп «Методы идентификации систем».

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА ВЫПОЛНЕННЫХ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА УЧАСТКЕ РЕМОНТА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ ЭСЦ ОАО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»**

*А. Ю. Безрученко*

*Научный руководитель старший преподаватель А. Е. Несбытнов*

На сегодняшний день на участке ремонта металлургических печей электросталеплавильного цеха (ЭСЦ) ОАО «Волжский трубный завод» (отвечающего за своевременный и качественный ремонт металлургических печей, сталеразливочных ковшей и прочего металлургического оборудования) отсутствует какая-либо автоматизированная система обработки информации, вследствие чего снижается оперативность работы данного участка. Большой объём информации обрабатывается вручную, что влечёт за собой сложности в систематизации и хранении необходимых данных о выполненных ремонтных работах, об используемых материалах, о работниках, выполняющих данный ремонт.

Это снижает оперативность работы участка и сильно усложняет процесс документирования необходимой информации. Большое количество журналов (журналы учёта расходных материалов, журналы выполненных ремонтных работ по каждому виду оборудования отдельным работником и в целом бригадой, звеном и прочие) замедляет поиск необходимых данных, затрудняет систематизацию и взаимосвязь данных, а также не позволяет производить анализ производительности участка.

Специфика работы данного участка предусматривает круглосуточное проведение ремонтных работ силами четырёх бригад, и предполагает использование различных видов огнеупорных материалов, поставляемых разными поставщиками. Вследствие чего существует необходимость ежедневно фиксировать всю информацию о выполнении различных видов работ. По окончании ремонта на каждое оборудование составляются эксплуатационные карты, в которых расписывается объём проведённых работ.

Таким образом, можно выделить основные процессы работы, подлежащие автоматизации:

- документирование работ, выполненных каждой бригадой (с обязательным указанием всех исполнителей данной работы), а также полного объёма выполненных работ;
- учёт использованных материалов;
- составление различных отчётов о работе участка;
- составление эксплуатационных карт.

На рынке программных продуктов существуют различные автоматизированные системы, выполняющие часть описанных функций, но, в то же время, имеющие избыточный функционал и немалую стоимость.

В связи с этим и было принято решение о разработке автоматизированной системы учёта выполненных ремонтных работ, предназначенной непосредственно для участка ремонта металлургических печей ЭСПЦ ОАО «ВТЗ».

Данная автоматизированная система разработана в среде визуального программирования Visual Studio 2012 Express, с использованием Microsoft SQL Server 2012 Express в качестве системы управления базой данных (СУБД) и предназначена для работы под управлением операционной системы Windows начиная с версии XP.

Рассматриваемая автоматизированная система учёта выполненных ремонтных работ разработана на основе двухуровневой клиент-серверной архитектуры.

Вся необходимая для работы информация хранится в базе данных в виде таблиц: «Сотрудники», «Оборудование», «Материалы», «Список журналов».

Результаты ремонтных работ заносятся в таблицы: «Рабочий журнал», «Расход материалов».

На основании таблицы «Рабочий журнал» существует возможность составления эксплуатационных карт на отремонтированное оборудование (для передачи необходимой информации на участок непрерывной разливки стали), а также возможность составления различных отчётов о работе участка. На основании таблицы «Расход материалов» осуществляется контроль за использованием различных видов материалов при проведении ремонтных работ.

Пользовательский интерфейс приложения системы рассчитан на сотрудников, не являющихся уверенными пользователями персональных компьютеров. Навигация по разделам приложения осуществляется при помощи набора экранных закладок, кнопок, и прочих элементов интерфейса, обеспечивая удобный и быстрый доступ к основным функциональным возможностям системы.

Внедрение данной автоматизированной системы учёта выполненных работ на участке ремонта металлургических печей ЭСПЦ ОАО «ВТЗ» позволит автоматизировать ведение документооборота, что, в свою очередь, облегчит поиск необходимой информации, снизит количество ошибок при документировании данных,

упростит анализ той или иной области работы участка и, в конечном итоге, повысит оперативность и производительность участка.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ БИОМАССЫ

*Е.П. БОЙЦОВ*

*Научные руководители: к.т.н., доцент Силаев А.А., к.т.н., доцент Костин В.Е.*

Процесс гидродинамического измельчения представляет собой измельчение вещества в жидкой среде посредством гидродинамического воздействия благодаря торможению потока гидравлическим сопротивлением.

В результате процесса гидродинамического измельчения получается мелкодисперсное (гомогенизированное) вещество, предназначенное для последующего применения или переработки в других процессах. Подобное мелкодисперсное вещество выгодно использовать в биогазовых установках для улучшения процесса получения биогаза.[1, 2]

Основу процесса измельчения составляет роторный кавитационный диспергатор (кавитатор), который применим для тонкого измельчения отходов животноводства и растениеводства с сопутствующим нагревом для ускорения процесса биоконверсии обрабатываемых материалов в метантеках биогазовых установок. Измельчение и нагрев вещества в кавитаторе базируется на процессах гидромеханического и кавитационного воздействия.

На основании патентного обзора разработана оригинальная конструкция кавитатора фирмой ООО «Научная техническая корпорация» при участии Волжского политехнического института филиала ВолгГТУ, на данное устройство подана заявка на патент РФ.

При подтверждении всех характеристик исследуемого роторного кавитационного диспергатора, данный прибор может стать элементом для получения альтернативной энергии, это как трансформация энергии с повышенным коэффициентом за счет участия кавитации, так и улучшение процесса получения биогаза.[3, 4]

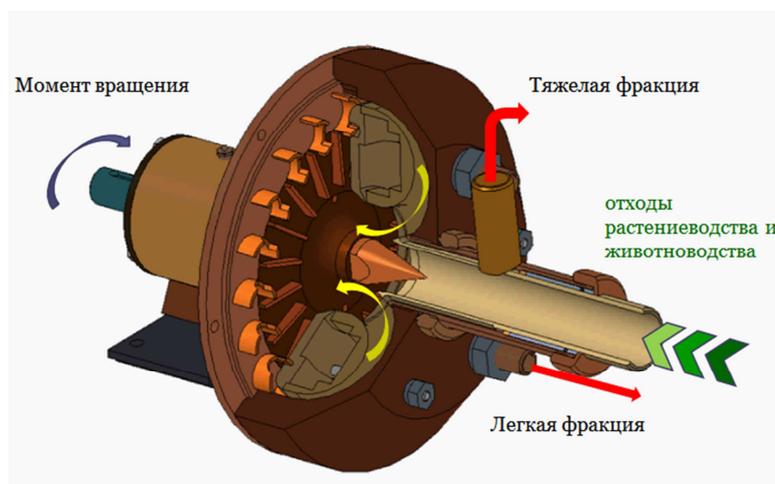


Рисунок 1 – Роторный кавитационный диспергатор

Гидродинамический измельчитель является центральным звеном в экспериментальной установке, которая создается при поддержке Волжского политехнического института. В конструкции лабораторного стенда (экспериментальной

установке) предполагается система автоматизации, для обеспечения эффективного гидродинамического измельчения.

Целью работы является разработка и исследование автоматической системы управления процессом гидродинамического измельчения.

В основу разработки стенда входит 3D-моделирование кавитатора в системе автоматизированного проектирования Компас 3D на стадии разработки, 3D-моделирование лабораторного стенда, подбор необходимой аппаратуры автоматизации, наладка работы системы. Исследовательская часть работы, заключается в проведении экспериментов, снятии характеристик работы системы, теоретическое описание системы, 3D- моделирование гидродинамических потоков в аппарате с участием программного обеспечения SolidWorks, гидродинамический анализ на основе 3D-модели, математическое моделирование параметров системы, сравнение экспериментальных и теоретических данных.

В ходе исследовательской работы было реализовано математическое моделирование системы лабораторного стенда, а также проделан гидродинамический анализ 3D-модели кавитатора. Объект моделирования – частотно-регулируемый асинхронный электропривод.

В процессе реализации модели была составлена структурная схема частотно-регулируемого электропривода. На базе математического описания асинхронного двигателя с учетом частотного регулирования рассчитаны параметры структурной схемы, за исключением динамического момента сопротивления, который получен из численных результатов гидродинамического анализа. [5] С учетом момента сопротивления реализованы графические зависимости от времени угловой частоты вращения вала двигателя. Выдвинуто предположение об изменении температуры в роторном кавитационном диспергаторе.

В ходе ряда экспериментов, будут получены необходимые данные работы системы, проведен их анализ и сравнение с теоретическими.

### **Список литературы**

1. Эдер Барбара, Шульц Хайнц. Биогазовые установки. Практическое пособие. Основы планирования. Строительные работы. Типы установок. Экономическая обоснованность, 1996.- стр. 268
2. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (агентство по возобновляемым ресурсам) Руководство по биогазу. От получения до использования -2012.- 213 с.
3. Промтов М.А., Акулин В.В. Механизмы генерирования тепла в роторном импульсном аппарате // Вестник ТГТУ. – 2006, Т.12, №2А. –С. 364 – 369.
4. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. М.: Машиностроение-1, 2001. 260 с.
5. Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов. - М.: Академия, 2005. - 300 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА**

*Восканян К.М.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Медведева Л.И.*

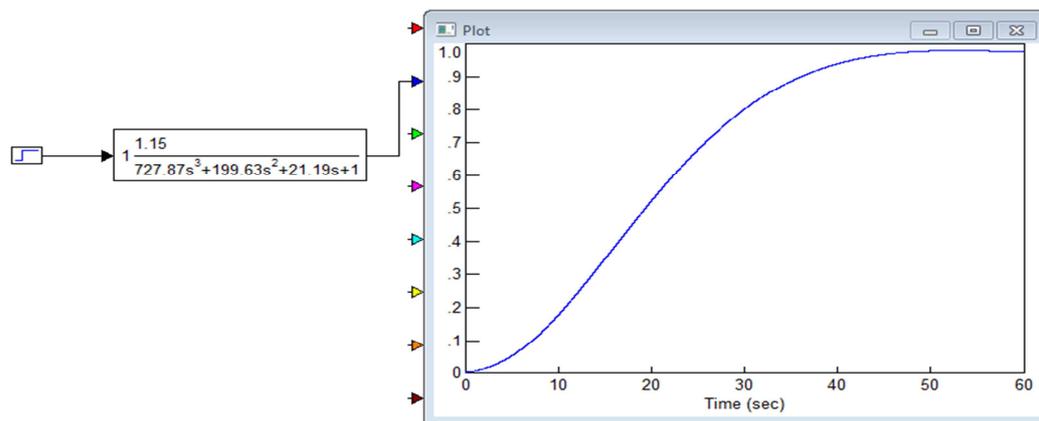
Целью проводимого исследования являлось повышение эффективности процесса газообразования в котельной установке.

Для выполнения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1) провести анализ литературных источников по тематике проводимого исследования. Анализ показал, что процесс является актуальным, используется во многих отраслях промышленности и необходимо провести улучшение его показателей качества.

2) провести исследование и анализ динамических особенностей технологического объекта управления, которым является котел ДЕ – 10 – 14 ГМ. Согласно расчетам, проведенным на основании экспериментального графика переходного процесса, объект описывается передаточной функцией следующего вида:

$$W(p) :: \frac{1.15}{727.87 \cdot p^3 + 199.63 \cdot p^2 + 21.19 \cdot p + 1}$$



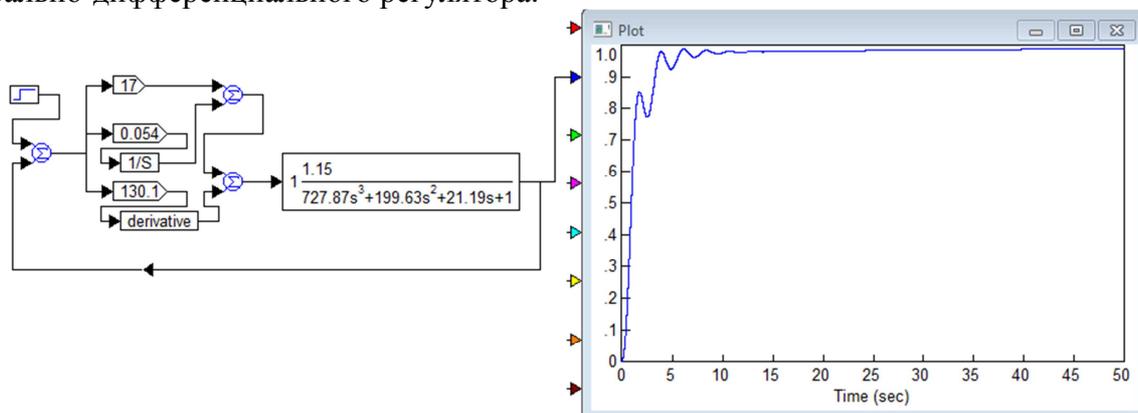
Имитационное моделирование в программной среде VisSim показало, что объект обладает самовыравниванием и устойчивостью.

3) разработать систему управления для поддержания основного показателя эффективности температуры насыщенного пара на заданном значении-194 °С. Для выполнения этой задачи были рассчитаны настроечные коэффициенты пропорционально-интегрального регулятора, и пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора. Согласно расчетам, передаточные функции этих регуляторов имеет вид.

$$R(p) = 0.128 + 0. \frac{065}{p}$$

$$R(p) = 17 + 0. \frac{054}{p} + 130.1 \cdot p$$

4) для определения наиболее эффективного управляющего устройства необходимо провести имитационное исследование показателей качества переходных процессов систем управления. Наиболее эффективной, согласно рассчитанным критериям качества, является система регулирования насыщенного пара с использованием с пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора.



Численные значения показателей качества составили:

- Время переходного процесса составляет  $T_p = 47.5$  с
  - Перерегулирование
- $$\sigma = \frac{y_{max} - y_{\infty}}{y_{\infty}} \cdot 100\% = 0\%$$

- Степень затухания

$$\psi = \frac{(y_{1max} - y_{\infty}) - (y_{2max} - y_{\infty})}{(y_{1max} - y_{\infty})} = 1$$

- Колебательность  $N = 0$

Таким образом, можно сделать вывод, что цель исследования достигнута и внедрение рассчитанных настроек управляющего устройства (ПИД-регулятор) позволило улучшить качество процесса, действующего в настоящее время, в частности, уменьшить время регулирования и перерегулирования.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА ГРУЗА НА СКЛАДЕ ООО ДЕЛОВЫЕ ЛИНИИ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК**

*О.Н. Гребенникова*

*Научный руководитель старший преподаватель А.Е. Несбытнов*

В настоящее время пользование транспортно – экспедиторскими услугами стало очень распространенным фактором. Компания, для которой разрабатывалась автоматизированная система учета груза на складе, осуществляет автомобильные, контейнерные, авиа и железнодорожные перевозки сборного груза (посылок) в любом направлении по территории России, а также выполняет погрузочно-разгрузочные работы и упаковку груза. Разрабатываемая система предназначена для работы склада, отвечающая за полный комплекс услуг по приему, обработке, складированию, хранению и отправке грузов (посылок), а также по экспедированию и страхованию, которые предоставляются клиенту.

На сегодняшний день на складах транспортно – экспедиторской компании отсутствует автоматизированная система учета груза на складе и не модернизирована форма обслуживания клиентов и обработка заявок, так как при приеме груза у отправителя, операции по вводу данных на данном этапе производятся вручную, т. е складская накладная заполнялась от руки работниками склада.

Все эти недостатки приводят к увеличению времени обслуживания клиентов, замедлению процесса транспортировки, усложнения взаимодействия с клиентами и снижения эффективности работы всего предприятия в целом. Это отрицательно сказывается на экономической прибыли компании, т. е такая компания будет считаться убыточным предприятием.

Минусом ввода информации от руки является допущение ошибок ответственных работников по приему груза, которые в последствие нельзя исправить.

Многие компании сейчас используют «1С: Предприятие», которое, на мой взгляд, является дорогостоящим программным обеспечением. И внедрение его в работу склада и обучение сотрудников приведет к дополнительным материальным затратам. Поэтому было принято решение создать упрощенную и не дорогостоящую систему, которая ускорит процесс при приеме груза и облегчит ввести учет груза на складе.

Результатом создания системы является обеспечение быстроты выполнения заказов и бесперебойная доставка грузов на склады других подразделений, так же не менее важен контроль, точность перемещения и трудоемкость выполняемых операций, благодаря совершенствованию технологий в сфере транспортно-экспедиторских услуг, сократится складирование (лучшее управление грузами, согласованность действий приема и отправки), с их помощью так же удастся ускорить транспортировку груза.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач:

- проанализировать структуру компании;
- изучить направления деятельности;
- провести анализ, имеющегося программного обеспечения в компании;
- рассмотреть проблемные зоны, которые требуют изменения или доработки;
- минимизировать ошибки при введении данных;
- тестирование и анализ разрабатываемой системы;
- внедрение.

Для создания системы в качестве среды разработки выбран Borland Delphi 7 - это система, предназначенная для быстрой разработки приложений самого разного характера и назначения, в том числе для работы с базами данных и интернет.[1] Системой управления базой данных (СУБД) является MS Access – это локализованное, широко распространенное, тесно интегрированное с другими компонентами Microsoft Office, с дружественным как конечному пользователю, так и разработчику интерфейсом, полнофункциональное, открытое приложение, достаточное для эффективного ведения автономной базы данных в течение всего отчетного периода (года) на станции с вагонооборотом несколько сотен тысяч. Большая часть базы данных нормализована до 3-ей формы, что существенно повышает внутреннюю производительность и снижает внешний трафик [2].

Автоматизированная система представляет собой двухуровневую архитектуру клиент/сервер – взаимодействие клиентской программы и сервера баз данных происходит напрямую. При этом вся логика обработки данных делится между клиентскими программами и серверами баз данных. На серверах баз данных в основном производится первичная обработка данных с помощью механизма хранимых процедур, а вторичная (окончательная) обработка данных производится на клиентском рабочем месте, где также производится выдача данных и обработка запросов пользователя [3].

Данная автоматизированная система учета груза на складе повысит быстродействие обслуживания клиентов и позволит перейти к безбумажной технологии хранения информации, и учета вводимых данных о поступившем грузе, и может быть использована в компаниях с большой клиентской базой.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ АДСОРБЦИИ В ЦЕОЛИТОВЫХ АДСОРБЕНТАХ**

*Т.В. Дягилева*

*Научный руководитель старший преподаватель Е.Г. Казакова*

Целью исследования является технологический процесс адсорбции. Адсорбцией называется поглощение газа поверхностью твердого тела за счет сил межмолекулярного взаимодействия молекул газа и молекул твердого тела. Процесс адсорбции осуществляется непрерывно путем пропускания паровоздушной смеси через слой поглотителя, движущегося навстречу газовому потоку.

Адсорбция является одним из самых распространенных процессов поглощения газа, используемых в промышленности. Его доля среди общего числа этих процессов составляет около 75 %. В нем сочетаются две важнейших характеристики, как хорошее качество, и количество получаемых продуктов. Поэтому исследование влияния параметров управляющего устройства на качество и устойчивость системы управления процессом адсорбции является актуальным.

Целью данной работы является расчет и исследование математической модели объекта управления. Объектом автоматического регулирования выбран кожухотрубчатый теплообменник, с его помощью происходит изменение температуры воздуха на выходе из теплообменника путем изменения подачи хладагента.

Рассчитанная математическая модель объекта управления имеет второй порядок и обладает устойчивостью. Найдены оптимальные параметры ПИ- и ПИД-регуляторов тремя методами: аналитическим, методом незатухающих колебаний и методом заданного затухания. Исследованы качество полученных замкнутых систем управления и устойчивость по критерию Х. Найквиста. В результате чего сделан вывод о том, что наилучшими показателями качества (перерегулирование, степень затухания, время переходного процесса и колебательность) обладает система с ПИД-регулятором, настроечные параметры которого рассчитаны методом незатухающих колебаний, именно данный регулятор обеспечит наилучшее управление температурой кожухотрубчатого теплообменника.

Список использованной литературы:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для ВУЗов. 12-е изд., стереотипное, доработанное. Перепечатка с девятого издания 1973 г. – М.: ООО ТИД “Альянс”, 2005, 753 с.
2. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник в 2 кн. – М.: Логос; Высшая школа, 2002, кн. 2, 872 с.
3. Шински Ф. Система автоматического регулирования химико-технологических процессов – М.: Химия, 1974, 336 с.
4. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии – М.: Химия, 1991, 496 с.
5. Батунер Л.М. Математические методы в химической технике – Л.: Химия, 1971, 824 с.
6. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для ВУЗов – М.: Химия, 1987, 368 с.
7. Медведева Л.И. Расчет оптимальных параметров настройки контурных систем. Учебное пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006 – 62 с.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ПНЕВМОАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

*Казакова Л.Г.*

*Научный руководитель к.т.н, доцент В.В. Корзин  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ*

В современном мире ни один технологический процесс не обходится без многочисленных измерений. А они в свою очередь проводятся с помощью датчиков и систем измерения, которые в наше время отличаются разнообразными конструкциями и принципами действия. В настоящее время в промышленности наиболее распространены измерения температуры.

Выбор датчика температуры зависит от особенностей технологического процесса. Но можно выделить ряд основных качеств, на которые следует обратить внимание при выборе:

- в каком температурном диапазоне будет измеряться температура, и какие допустимы погрешности измерений;
- расположение датчика (непосредственно в измеряемой среде или вне её);
- условия, в которых будет работать датчик (нормальные, повышенной влажности, пожароопасные, сейсмоопасные и т.д.).

В основе работы электрических датчиков лежит принцип преобразования измеряемой температуры в электрическую величину. Основными достоинствами этих датчиков является то, что электрические величины удобно передавать на расстояние, причем передача осуществляется с высокой скоростью; электрические величины универсальны в том смысле, что любые другие величины могут быть преобразованы в электрические и наоборот; они точно преобразуются в цифровой код и позволяют достигнуть высокой точности и чувствительности средств измерений.

По сравнению с электрическими измерительными средствами автоматизации пневматические обладают следующим рядом достоинств и недостатков. Плюсами является, то что пневматические системы измерения обладают высоким быстродействием, взрыво- и пожаро- безопасностью, нечувствительностью к электромагнитным и радиационным полям, простотой конструкции, экологической чистотой и высокой надежностью. Недостатком существующих систем пневмоавтоматики является невысокая точность измерения, порядка 3...10% и уровень шума.

Исходя из недостатков пневматических систем измерения температуры видно, что они не могут использоваться в технологических процессах, в которых качество продукции зависит от точности поддержания температуры. Пневматические датчики помещаются внутри среды, поэтому их нецелесообразно будет использовать для измерения температуры агрессивных и высоконагретых сред.

Пневматические системы измерения температуры наиболее актуальны для измерения температуры газовых потоков. Так как для подобных измерений потоков в настоящее время широко применяются термоэлектрические преобразователи и термометры сопротивления. Эти датчики имеют линейную характеристику в своем диапазоне измерения и электрический выходной сигнал, позволяющий использовать их в системах микропроцессорного управления. Однако, для защиты от механических повреждений чувствительные элементы этих приборов помещаются в защитные чехлы, то есть непосредственно измеряется температура чехла, нагретого газовым потоком, которая изменяется с меньшей скоростью, чем температура измеряемой среды. В лучшем случае, инерционность термопреобразователей сопротивления составляет 15 -20 секунд. Это представляет существенную задержку получения точной информации.

Исходя из изложенного выше можно сделать вывод, что существующие пневматические системы измерения актуальны лишь для небольшого числа технологических процессов. Но при их совершенствовании список отраслей применения данных систем можно расширить. Поэтому разработка пневмоавтоматических систем измерения температур повышенной точности является актуальной проблемой.

# СОЗДАНИЕ СТРУЙНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ РАСХОДОВ ГАЗА

*Кудряков Т.Ш.*

*Научный руководитель к.т.н., доцент В.В. Корзин*

При проектировании струйно-электронной системы расхода первоначально определим понятие измерительной системы. Измерительная система—совокупность технических средств измерения (функционально объединённых мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ) и других вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи, используемых для измерения интересующих нас физических величин и создания измерительных сигналов, использующихся в автоматических системах управления. Рассматривая струйные системы, можно выделить основные задачи, которые необходимо решить при создании струйных измерительных систем расхода.

1. Выбор типа струйного элемента или системы струйных элементов.
2. Выбор геометрических характеристик струйного элемента, которые непосредственно влияют на характеристики выходного сигнала.
3. Выбор способа преобразования частоты в электрический сигнал.
4. Выбор вторичного преобразователя, который преобразует выходной сигнал с пневмоэлектропреобразователя в стандартный удобный нам выходной сигнал.

## Струйная система измерения расхода

Целью экспериментального исследования струйной системы измерения расхода является определение статических характеристик струйного преобразователя, то есть зависимости расхода от амплитуд выходных пульсаций в струйном элементе, значения которых получаются на выходе пьезомодуля.

При экспериментальном исследовании характеристик использовались методы аэрогидродинамических испытаний [1, 2]. Исходя из поставленных задач, с учетом известных аналогов испытательных установок для элементов пневмоавтоматики [2, 3], была изготовлена экспериментальная установка (Рис. 1).

Экспериментальная установка работает следующим образом. Компрессор создает давление воздуха, подаваемого в пневмосеть лаборатории. К пневмосети подключен блок подготовки воздуха 1 (Рис. 1), состоящий из фильтра с влагоотделителем, редуктора давления и манометра. В блоке подготовки воздух очищается от механических примесей и от влаги. Редуктором задается необходимое давление воздуха на выходе из блока питания. Очищенный и осушенный воздух проходит через регулируемый дроссель 2 и расходомер 3, далее проходит через нагреватель 4, струйный генератор 5 и огибая пьезоэлемент выходит в атмосферу. Усилитель усиливает сигнал пьезоэлемента и передаёт на микроконтроллер.

Микроконтроллер с определённой частотой получает сигнал с усилителя и передаёт получившиеся значения в ПК. На ПК с помощью программной среды Mathcad значения полученных результатов визуализируются на графике.

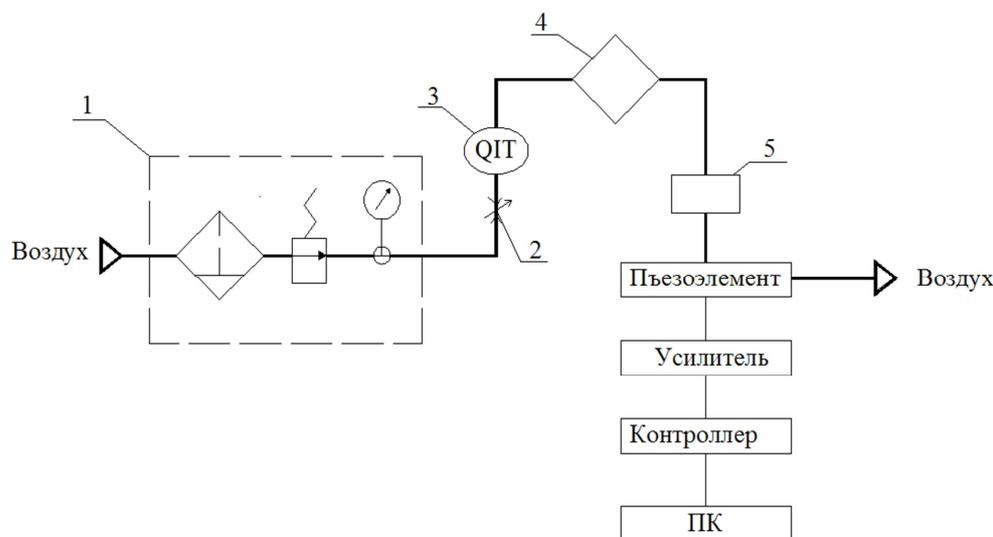


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для измерения малых расходов газа.

В качестве струйного генератора использовался элемент струйной автоматики «ИЛИ-НЕ» Волга СТ-41.

Математическая модель струйного преобразователя расхода с аэрогидродинамической обратной связью.

В данной работе движения основной струи в рабочей камере рассматриваются как гармонические колебания упругой струны. Такое поведение струны не является характерным для обычных режимов работы дискретных пневмоэлементов, использующих эффект притяжения струи к стенке, и объясняется тем, что при выборе определённых размеров управляющих каналов и трубки обратной связи рабочая точка дискретного элемента устанавливается в линейной области характеристики.

$$f = \frac{u_0 d \sqrt{b}}{2l \sqrt{2\pi h b_y l_c}} = \frac{Q d_c}{2l \sqrt{2\pi h^3 b b_y l_c}} \quad (1)$$

Данная формула описывает влияние расхода рабочей среды и геометрических размеров струйного генератора на частоту его колебаний [4].

#### Список литературы.

1. Земсков Ю.В., Титов Р.Н. Контроллер ввода видеоинформации в ПЭВМ. // IV межвузовская конференция студентов и молодых ученых Волгограда и Волгоградской области. Тезисы докладов. – Волгоград, 1999 г. – с. 179-180.
2. Патент Великобритании № 1453587, кл. F 15 C 1/22. Оpubл. 1974.
3. А.с. № 1374052. МКИ G 01 F 1/20. Струйный расходомер / А.А. Азимов, Ф.Т. Адылов. – Оpubл. 15.02.88. Бюл. №6.
4. Kokkolaras M. Utilizing parallel optimization in computational fluid dynamic. A doctor degree thesis. – Houston, 1997.

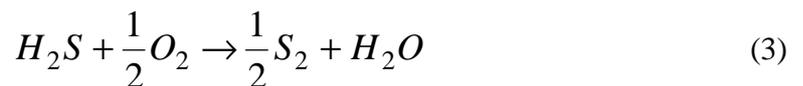
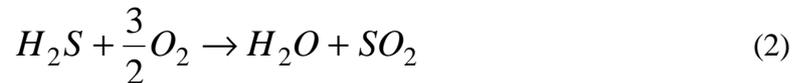
# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТОПКЕ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА РЕКУПЕРИРОВАННОЙ СЕРЫ

*Р.В. Лисин*

*Научный руководитель к.т.н., доцент А.А.Силаев.*

Процесс рекуперации серы по усовершенствованному методу Клауса является одним из самых распространённых способов получения элементарной серы из потока кислых газов, содержащего в качестве основного компонента высокотоксичный сероводород. Технологически процесс получения серы состоит из двух стадий: термической и каталитической [1].

Термическая ступень процесса протекает в топке котла-утилизатора, с последующим выделением серы непосредственно в самом котле и конденсации оставшихся в потоке технологических газов частиц серы в конденсаторе и сепараторе. В топке котла-утилизатора происходит сжигание сероводорода, содержащегося в кислом газе, при недостатке воздуха до двуокиси серы по следующим реакциям [2]:



При протекании процесса рекуперации серы основным фактором, влияющими на степень диссоциации двуокиси серы, является количество воздуха, поданного на единицу объёма кислых газов. Экспериментально было установлено, что изменение соотношения между расходами потока кислых газов и потока воздуха, достаточно точно отражает температура реакционной среды топки котла-утилизатора [3].

Основным уравнением, описывающим изменение температуры реакционной среды, в зависимости от массовых расходов потоков кислых газов, метана и воздуха является уравнение сохранения энергии проточного реактора идеального смещения. На основании данного выражения и уравнения материального баланса в результате выполнения работы было получено следующее дифференциальное уравнения:

$$\frac{dT}{dt} = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7 \quad (4)$$

Для численного решения уравнения (4) выполним переход от непрерывной формы к дискретной с помощью метода численного интегрирования Эйлера.

$$T(t_k) = T(t_{k-1}) + a_1x_1(t_{k-1}) + a_2x_2(t_{k-1}) + a_3x_3(t_{k-1}) + a_4x_4(t_{k-1}) + a_5x_5(t_{k-1}) + a_6x_6(t_{k-1}) + a_7 \quad (5)$$

$$x_1 = Q_{H_2S}P_{H_2S} \quad (6)$$

$$x_2 = Q_{CH_4}P_{CH_4} \quad (7)$$

$$x_3 = Q_{возд.}P_{возд.} \quad (8)$$

$$x_4 = Q_{H_2S}P_{H_2S}T^2 \quad (9)$$

$$x_5 = Q_{CH_4}P_{CH_4}T^2 \quad (10)$$

$$x_6 = Q_{возд.}P_{возд.}T^2 \quad (11)$$

где:  $Q_{H_2S}$  – объёмный расход потока кислых газов, м<sup>3</sup>/ч;  $Q_{CH_4}$  – объёмный расход метана, м<sup>3</sup>/ч;  $Q_{возд.}$  – объёмный расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $P_{H_2S}$  – давление в трубопроводе подачи кислых газов, кгс/см<sup>2</sup>;  $P_{CH_4}$  – давление в трубопроводе подачи метана, кгс/см<sup>2</sup>;  $P_{возд.}$  – давление в трубопроводе подачи воздуха, кгс/см<sup>2</sup>;  $T$  – температура реакционной среды в топке котла-утилизатора, К;  $a_1 - a_7$  – параметры, подлежащие определению.

Для нахождения оценок исходных параметров уравнения (5) выполним параметрическую идентификацию рекуррентным методом наименьших квадратов. По экспериментальным данным, полученным при пуске котла-утилизатора 32Е 551 волжского завода органического синтеза, и полученным оценкам параметров уравнения (5) проведём моделирование изменения температуры реакционной среды в топке котла-утилизатора (Рисунок 1).

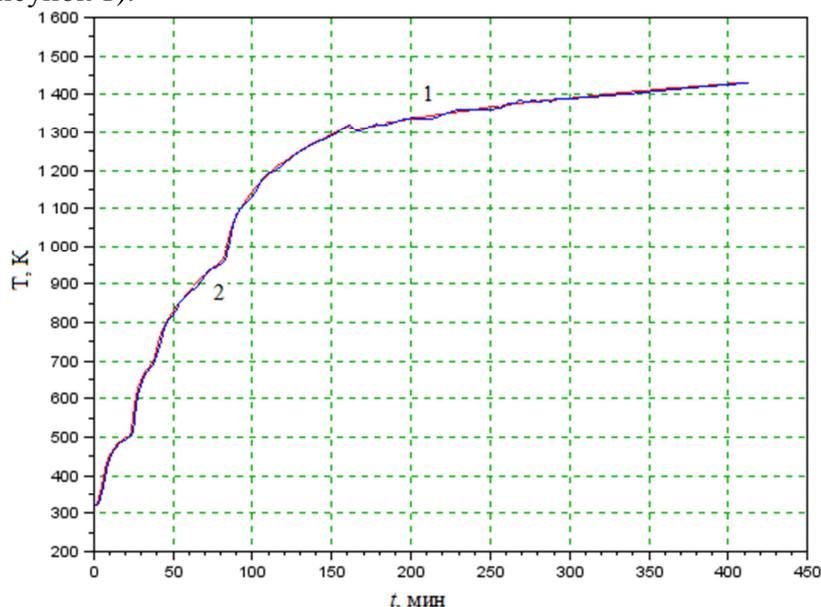


Рисунок 1. Изменение температуры реакционной среды в топке котла-утилизатора, 1 – экспериментальные данные, 2 – полученные по модели

Среднее значение относительной погрешности моделирования изменения температуры реакционной среды в топке котла-утилизатора на всём промежутке времени составляет четыре процента. Максимальное значение погрешности составляет шесть процентов. Таким образом, была получена математическая модель, на основании которой можно составить автоматическую систему управления технологическим процессом.

Список литературы:

- 1) Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б. Новые установки Атырауского НПЗ: Установка производства серы. Учебное пособие. – “Эверо”, 2008. – 142 с.
- 2) Теснер П.А.\\ Расчёт реактора термической ступени процесса Клауса\\ Теснер П.А., Немировский М.С., Мотыль Д.Н.\\ Физика горения и взрыва. 1990. – №5. – с. 85-87.
- 3) Asadi. S\\ Effect of H<sub>2</sub>S Concentration on the reaction furnace temperature and sulfur recovery\\ Asadi. S, Pakizeh. M, Pourafshari Chenar. M, Shanbedi. M, Amiri. A\\ International Journal Of Applied Engineering Research, Dindigul. 2011. – №4. – p. 961-972.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКСЕРОМ БАНОЧНОЙ ЛИНИИ

*А.А. Мещеряков*

*Научный руководитель - старший преподаватель А.В. Савчиц.*

Для производства сладких газированных напитков на предприятиях используют специальные сатурационные установки (миксер-сатураторы). Данные аппараты предназначены для насыщения воды углекислым газом и смешивания ее с сиропом.

Одной из основных задач, стоящей перед пищевой промышленностью и пищевым машиностроением, является создание высокоэффективного технологического оборудования, которое на основе использования прогрессивной технологии значительно повышает производительность труда, сокращает негативное воздействие на окружающую среду и способствует экономии исходного сырья.

Анализ современного состояния и тенденций развития, пищевых и перерабатывающих отраслей АПК России свидетельствует о том, что технический уровень производств нельзя признать удовлетворительным. Лишь 19% активной части производственных фондов предприятий соответствуют мировому уровню, около 25% подлежат модернизации, а 42%-замене.

Целью данной работы является разработка системы управления миксером баночной линии с целью повышения экономической эффективности.

Требования к поддержанию режимных и особенно выходных параметров является обязательным условием проведения технологического процесса.

Контролю и регулированию подлежат параметры, характеризующие протекание технологического процесса в отдельных аппаратах. К этим параметрам относятся:

- расход сиропа;
- расход сиропа;
- температура воды, поступающей в деаэратор;
- температура напитка на выходе из теплообменника;
- давление воды и напитка в трубопроводах;
- расход воды в трубопроводах;
- уровень жидкости в емкостях;
- контроль качества продукта.

На основе проведенного анализа научной и научно-технической литературы, для реализуемого проекта была выбрана централизованная система управления миксером баночной линии на базе высокопроизводительного контроллера ILC 390PN 2TX-IB ввода/вывода PROFINET.

Контроллер Inline с PROFINET-интерфейсом для сопряжения с другими устройствами управления или системами, поддержка языков программирования согласно МЭК 61131-3.

Через встроенные PROFINET-интерфейсы возможны настройка и программирование с помощью ПО, для автоматизации PC Work согласно IEC 61131, параллельный обмен данными с OPC-серверами и коммуникация с конечными устройствами, поддерживающими протокол TCP/IP.

Измерительная информация от датчиков в контроллер будет поступать по сетевому интерфейсу PROFIBUS, управляющие воздействия так же будут передаваться по сетевому интерфейсу.

В качестве блока питания для контроллера ILC 390 PN 2TX-IB и модульных повторителей используем импульсный источник питания с регулированием в первичной цепи STEPPS100240AC/24DC/1,5.

В качестве блока питания для датчиков, панели управления и прибора измерения плотности и концентрации продукта был выбран однофазный источник питания AD 1500

– 24S. Устройства обеспечивают высокую надежность и длительный срок службы благодаря встроенной защите от короткого замыкания, перегрузки и тепловой защите.

Для измерения давления были выбраны сенсор измерения давления Cerabar M PMP 45.

Для измерения уровня выбран микроимпульсный радар (рефлекс-радар) интеллектуальный преобразователь для непрерывного измерения уровня жидкостей Levelflex M FMP45C.

Для измерения плотности и концентрации выбираем прибор компании Anton Paar DPRn 427S и вторичный преобразователь прибора Anton Paar mPDS mPDS 2000V3.

Для измерения температуры были выбраны термоэлектрические преобразователи сопротивления Sitrans T3R PA.

Для измерения расхода был выбран расходомер массовый Proline Promass 83S.

В качестве исполнительных механизмов выбраны электроприводы компании Emico LTD SA 005.

В качестве регуляторов скорости центробежных насосов применили преобразователь частоты компании Danfoss VLT FC 300.

Информация с контроллера будет передаваться на панель оператора и рабочую станцию для отображения и архивирования.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что система управления миксером баночной линии, созданная на базе микропроцессорной техники с использованием современного оборудования в области автоматизации технологических производственных процессов, будет удовлетворять заданным требованиям.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ КАБИНЫ ВОДИТЕЛЯ ГОРОДСКОГО АВТОБУСА**

*В.Н. Платонов, А. А. Гайдуков.*

*Научные руководители:*

*д.т.н, профессор А.С. Гольцов, к.т.н., доцент А.П. Кулько*

На российском рынке климатических систем отсутствуют разработчики автоматических систем управления микроклиматом в салоне и кабине водителя коммерческих транспортных средств большого и особо большого класса. Существующие зарубежные аналоги систем автоматического климат-контроля не устанавливаются на отечественные автобусы из-за высокой стоимости и необходимости настройки алгоритмов автоматического управления к тепловым и аэродинамическим характеристикам кузова автобуса.

Температура в кабине определяется теплом, поступающим от фронтальной отопительной установки (ФОУ), а также солнечной энергией извне, проходящей через стеклянные ограждения. В утренние и вечерние часы значения температуры непостоянны по сравнению с дневными, они образуют пики. Ввиду этого расход топлива на обогрев в существующих централизованных системах отопления автобусов не рационален.

Переход на зональную систему регулирования микроклимата позволит получать данные о температуре и других параметрах, необходимых для расчета именно той тепловой мощности, которая необходима в данный момент времени. Для этого используются средства измерения, преобразователи, микропроцессорные средства обработки информации со встроенным программным обеспечением; учитываются гидравлические и тепловые характеристики органов управления тепловым потоком – радиаторов, клапанов, теплообменников.

Разработанная структурная схема автоматической системы управления отоплением кабины приведена на рисунке.

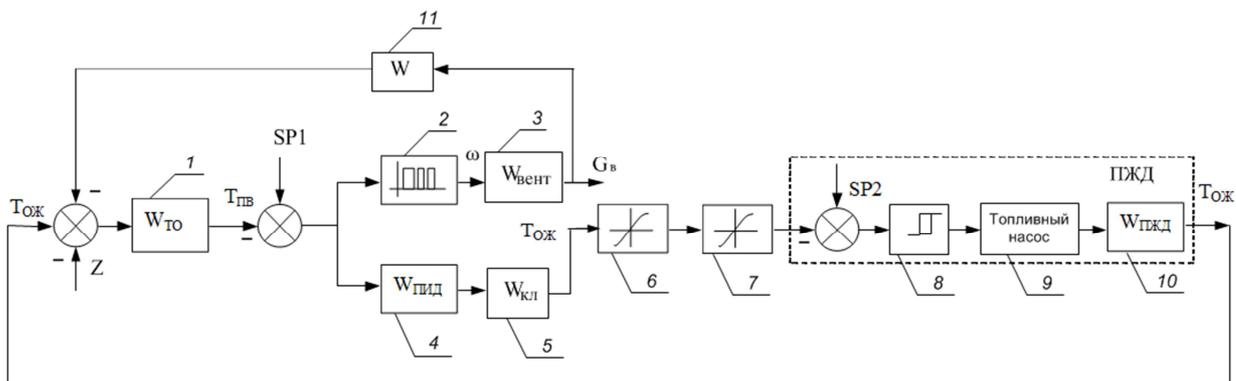


Рисунок - Структурная схема АСУ отоплением кабины водителя автобуса

Объектом управления являются автономный жидкостный подогреватель (ПЖД) 1, вентилятор обдува теплообменников в ФОРУ 3, дросселирующие клапаны 5.

Экономия топлива обеспечивается уменьшением нагрузки генератора на двигатель путем ШИМ регулирования мощности привода вентилятора и поддержанием оптимального баланса температуры воздуха в кабине и рабочей температуры двигателя с помощью дросселирующего клапана, регулирующего подачу нагретой охлаждающей жидкости из рубашки охлаждения двигателя и теплообменника гидромеханической автоматической коробки передач в отопитель кабины. В результате чего, поддерживается благоприятная рабочая температура системы охлаждения двигателя, при которой тепловая мощность автономного ПЖД лучше согласуется с потребностями в тепле кабины автобуса, таким образом, уменьшается частота включения топливного насоса автономного, подающего топливо в камеру сгорания ПЖД.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ВЕДЕНИЕ ДОГОВОРОВ С КЛИЕНТАМИ»

*Е.Г. Сахарова*

*Научный руководитель старший преподаватель А. Е. Несбытнов*

На данный момент в Комитете земельных ресурсов заявления от клиентов принимаются в письменном виде. Вся информация, касающаяся, данных о клиентах документация хранится в архиве в бумажном виде и у каждого исполнителя в различных форматах. Обработать информацию и отследить правильность заполнения документов сложно. Поэтому было принято решение разработать систему – ведение договоров с клиентами с целью уменьшения времени обработки договоров клиентов для Комитета земельных ресурсов.

Разработанная система может использовать одну из следующих операционных систем: Windows XP, Windows Vista, Windows 7. На клиентских компьютерах должен быть установлен пакет программ Microsoft Office. В качестве СУБД используется SQL-сервер Firebird 2.1. Firebird обеспечивает безопасность доступа пользователей к серверу с помощью идентификатора пользователя и зашифрованного пароля. Как и любой другой сервер баз данных, Firebird использует соответствующие средства защиты физического, сетевого доступа и файловой системы. Дополнительным средством защиты Firebird является его запуск как сервиса операционной системы, а не как приложения, что не позволяет осуществить его удалённую перезагрузку без административных прав доступа к системе.

Информация о данном идентификаторе пользователям системы полностью недоступна. В качестве среды разработки выбрана интегрированная среда разработки приложений Borland Delphi 7 со встроенным языком программирования Object Pascal,

руководство по разработке приложений в данной среде приведено в работе. Для такого типа систем принято использовать совокупность двух приложений: сервер и клиент. Доступ к базе данных имеет только серверное приложение, а клиентские приложения – к основным функциям системы. Таким образом, система имеет двух уровневую архитектуру с единым сервером и клиентскими приложениями, расположенными на узлах локальной сети – компьютерах всех отделов организации.

Разработана структура базы данных, которая состоит из следующих таблиц «Клиент», «Пользователь», «Категории земли», «Журнал действий», «Договор». В процессе функционирования приложения формируются следующие формы документов: договор и дополнительные соглашения. Ведение журнала действий исполнителя и поиск по всем записям.

Для реализации описанных выше функций разработаны модули: модуль информации о клиентах; модуль информации об исполнителях; модуль информации о категориях земли; модуль формирования документов; модуль журнала действий. Каждый из модулей имеет функции хранения, просмотра, чтения и редактирования информации.

Пользовательский интерфейс системы имеет стандартную цветовую гамму, используемую для продуктов компанией Microsoft. Приложение системы имеет русскоязычный интерфейс, обеспечивает удобный доступ к основным функциональным возможностям системы. На главной форме располагается панель инструментов с кнопками управления, навигации и табличное представление данных. Манипулирование данными производится через диалоговые окна, все элементы которых подписаны.

Минимально допустимое разрешение — 800x600. Допускается работа программы в режиме 640x480 (при этом рабочая область окна основного меню может несколько выходить за пределы экрана). Главная форма программы содержит меню со следующими пунктами: «Справочники», «Печать документов», «Выход». Пункт «Справочник» имеет подпункты «Клиенты», «Исполнители».

Подпункт «Клиенты», содержит информацию обо всех клиентах Комитета земельных ресурсов их юридические и контактные данные, на форме отображены таблицы «Клиент». Подпункт «Исполнители», предназначен для просмотра персональной информации о пользователе. Для того чтобы вносить какие-то изменения в данных необходимы права администратора. На форме находятся таблицы «Исполнитель» и «Категория земли». При выделении исполнителя в таблице, в таблице «Категория земли» отображаются списки только выделенного пользователя

Перечисленные формы системы содержат элементы просмотра данных, элементы навигации по данным и элементы управления «Добавить запись», «Удалить запись», «Редактировать запись», «Закрыть форму». Пункт «Печать документов» имеет подпункты «Договор», «Дополнительное соглашение». Данные формы должны содержать элементы ввода данных для формирования печатных документов. При выполнении операции сохранения документа или отчета в файл Microsoft Word должно вызываться стандартное диалоговое окно выбора файла для сохранения.

Создание и внедрение автоматизированной информационной системы в Комитет земельных ресурсов реализует следующие задачи: удобство хранения информации каждого исполнителя; автоматизация и централизация данных о клиентах; сокращение времени на формирования заявлений, договоров и дополнительных соглашений; удобство отслеживания рабочих действия исполнителя, за счет хранения информации и поиска по всем записям. Данная система разрабатывается для составления договоров и хранения данных об арендаторах и может быть использована в организациях с большой базой арендаторов в специализации земельных ресурсов.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Крупные предприятия располагают сложной инфраструктурой информационных технологий, непрерывное функционирование всех элементов которой на должном уровне является обязательным условием для успешного осуществления предприятием своей деятельности. Количество персональных компьютерных рабочих мест на крупных предприятиях составляет сотни единиц. Кроме того, осуществляется обслуживание сетевого оборудования и телефонных сетей. Количество объектов увеличивается по мере развития и роста предприятия. Поддержка данной инфраструктуры в рабочем состоянии является одной из основных функций отделов технической поддержки и информационных технологий.

Количество заявок сотрудников предприятия на техническую поддержку и обслуживание очень велико, что создает сложности с их учетом, обработкой и анализом. Как правило, вся информация, возникающая в ходе обработки заявок, фиксируется в журналах учета бумажной формы, а сам процесс представляет собой ручную обработку потока заявок. В результате регистрации заявок в журнале учета в бумажной форме возникают неудобства при его заполнении, поиске, анализе необходимой информации и увеличении времени на совершение данных операций. Данная схема организации работы технической поддержки затрудняет задачу отслеживания статуса заявки, планирования загрузки работников и составления отчетов в связи с постоянным ростом парка вычислительной техники предприятий.

На российском рынке присутствует большое количество как зарубежных (Kauako Fusion, OTRS и др.), так и отечественных (Naumen, «Инфраменеджер» и др.) систем обработки заявок. Предлагаемые решения данных систем имеют высокую стоимость и перегружены излишней функциональностью. Поэтому оптимальным решением для предприятий является разработка собственной системы обработки заявок, которая одновременно с точностью и аккуратностью, предоставит возможность быстрого поиска и доступа к записям истории запросов от клиента, обеспечит учет оборудования, проведение ремонтных работ.

Целью работы является разработка автоматизированной информационной системы обработки заявок на техническое обслуживание для оперативной регистрации заявок в системе, контроля над их обработкой и исполнением, повышения оперативности обработки данных заявок и анализ полученных данных, оптимизации рабочего времени сотрудников отдела технической поддержки.

Разрабатываемая система ориентирована на решение следующих задач:

- регистрация заявок пользователей через веб-интерфейс;
- оперативное получение информации о ходе выполнения заявки;
- контроль времени затрачиваемого исполнителем заявки;
- автоматическое оповещение при смене статуса заявки;
- ведение базы знаний с описанием решений проблем;
- хранение информации по заявкам;
- формирование отчетов по результатам деятельности отдела.

Разрабатываемая система имеет трехуровневую архитектуру «клиент-сервер» и включает в себя следующие компоненты: СУБД MySQL, web-сервер Apache, сервер HelpDesk и web-браузеры. Функциональный сервер HelpDesk реализуется посредством языка программирования PHP, средства гипертекстовой разметки HTML и каскадных таблиц стилей CSS с привлечением технологии асинхронного обмена данными AJAX.

Схема архитектуры системы представлена на рисунке 1.

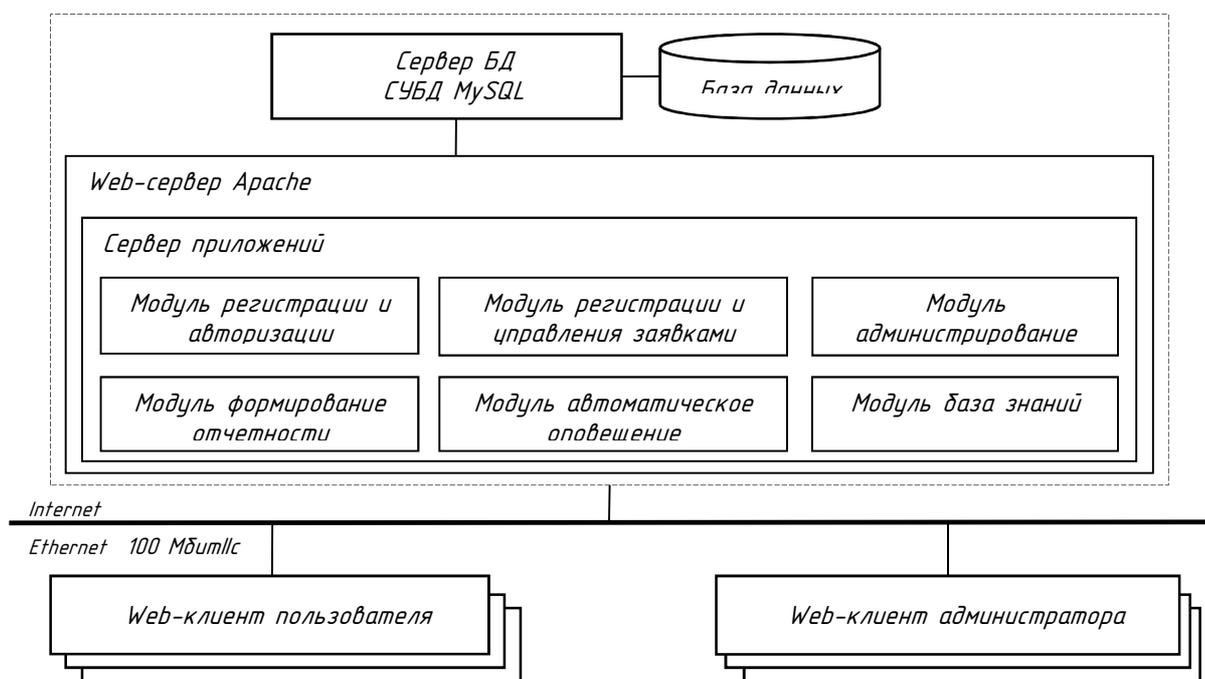


Рисунок 1 - Схема архитектуры системы обработки заявок

Структура системы включает в себя следующие модули: модуль регистрации и авторизации; модуль регистрации и управления заявками; модуль администрирования; модуль базы знаний; модуль автоматического оповещения; модуль формирования отчетности.

Внедрение данной системы существенно ускорит процесс обработки заявок, исключит возможность их утери, позволит осуществлять непрерывный контроль выполнения заявок, обеспечит оперативность при подготовке отчетных и справочных документов, при проведении детального анализа эффективности существующей инфраструктуры и деятельности отдела информационных технологий.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧЕГО ВОЗДУХА НА ВЫХОДЕ ИЗ ТЕПЛООБМЕННИКА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ГРАНУЛЯТА**

*С.А. Гуляев*

*Научный руководитель В.В. Корзин*

### ***Краткое вступление, постановка проблемы***

В настоящее время автоматизация химической промышленности является важной и актуальной задачей.

Стеклосмазка применяется в качестве смазывающего материала при горячем прессовании металлов. При значительных давлениях и температурах, развивающихся при прессовании, стеклосмазка плавится, приобретая свойства хорошей смазки с малым коэффициентом трения.

### ***Цель работы***

Основной целью моей работы является исследование процесса получения стеклосмазки, а именно исследование системы автоматического регулирования температуры горячего воздуха на выходе из теплообменника в процессе сушки гранулята стеклосмазки.

### ***Базовые положения исследования***

В ходе исследования технологического процесса получения стеклосмазки, был составлен анализ научной и научно-технической литературы и патентов.

Был рассмотрен поэтапно процесс приготовления стеклосмазки:

1) Приготовление шихты

Смесь отдельных видов сырья, содержащую компоненты в определенном весовом соотношении, называют шихтой.

2) Подготовка и разогрев печи

Сушку и разогрев ванной печи производят путём сжигания природного газа через запальники.

3) Плавка стекломассы

Варка стекломассы (стекловарение) - главнейшая и самая сложная операция всего стекольного производства.

4) Непрерывная загрузка шихты

Загрузка шихты в стекловарную печь осуществляется механическими загрузчиками, связанными с пневматическими или электрическими уровнемерами стекломассы.

5) Отбор стекломассы

Отбор стекломассы из варочной части печи обеспечивает поступление на выработку хорошей по качеству стекломассы.

6) Гранулирование

Процесс формирования гранулы стеклопорошка.

7) Сушка гранулята

Сушка гранулята осуществляется горячим воздухом, нагретым до температуры 150 °С. Воздух нагревается с помощью вертикального одноходового кожухотрубного теплообменника.

Далее был выбран и проанализирован объект управления.

Объект управления - нагреватель воздуха. Данный нагреватель относится к вертикальным одноходовым кожухотрубным теплообменникам (Рисунок 1).

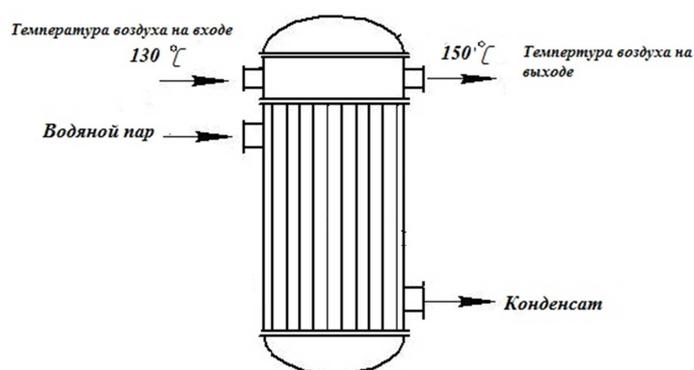


Рисунок 1 - Схема теплообменника.

Была составлена математическая модель нагревателя, в котором горячий воздух нагревается со 130 °С до 150 °С.

В ходе расчетов было найдено уравнение динамики теплообменника, исходя из которого, в дальнейшем была рассчитана его передаточная функция.

Искомая передаточная функция нагревателя:

$$W_H(p) = \frac{94p + 127,7}{2,1 \cdot p^2 + 139 \cdot p + 1}$$

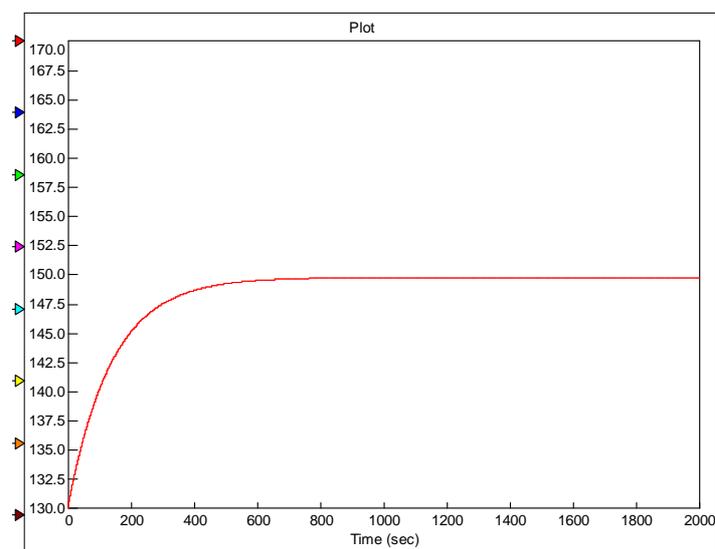


Рисунок 2 – Переходный процесс

Найденная математическая модель является адекватной.

Математическую модель была представлена в системы пространстве состояния. Система является устойчивой, наблюдаемой и управляемой.

#### **Основной результат**

В результате работы был сделан анализ научной и научно-технической литературы, разработана математическая модель нагревателя, приведен анализ модели на наблюдаемость, устойчивость, управляемость.

Внедрение в нашу систему ПИ-регулятора позволит сократить время регулирования.

Необходимо дальнейшее совершенствование технологических средств процесса для достижения наибольшей эффективности и производительности всего процесса.

Необходимо дальнейшее совершенствование технологических средств процесса для достижения наибольшей эффективности и производительности всего процесса.

#### Список используемой литературы

1. Выпускная квалификационная работа: Методические указания по дисциплине «Выполнение бакалаврской работы»/ А.С. Гольцов, Е.Г. Казакова, М.А. Трушников; Волжский политехнический институт, 2010.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Госхимиздат, 1960. – 832 с.
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. - М., 1985.
4. Казаков А.В., Кулаков М.В., Мелюшев Ю.К. Основы автоматики и автоматизации химических производств. –М.:Машиностроение, 1970. – 372 с.
5. Либенсон Г.А. Производство порошковых изделий. – М.:Металлургия, 1990. – 234 с.
6. Лебедев П.Д., Теплообменные сушильные и холодильные установки. – М.:Энергия, 1972. – 317 с.
7. Корытин А.М., Автоматизация типовых технологических процессов и установок. – М.:Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.
8. Грудев А.П., Машкин Л.Ф., Ханин М.И. Технология прокатного производства. – М.:Арт-Бизнес-центр, 1994. – 654 с.
9. Стеклопозиты и эмали. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.tmkgroup.ru/volg\\_add\\_prod.php](http://www.tmkgroup.ru/volg_add_prod.php) (дата обращения: 12.11.2012).
10. Трение и смазки при обработке металлов давлением. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.markmet.ru/kniga-po-metallurgii/trenie-i-smazki-pri-obrabotke-metallor-davleniem>(дата обращения: 4.03.2013).

11. Смазка для горячей прокатки труб. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/221/2218382.html>(дата обращения: 10.01.2013).

## **УНИВЕРСАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ**

*Научный руководитель А.С. Гольцов,  
технический консультант Б.Г. Севастьянов,  
магистрант И.А. Жолобов*

Целью выполнения магистерской диссертации является повышение эффективности пользовательских библиотек алгоритмов современных промышленных контроллеров.

Для этого были выбраны следующие программные продукты:

- Редитор Р-130 для контроллеров Ремиконт Р-130 и Леон, а так же контроллеров серии Контраст (КР-300).
- Step 7 для контроллеров фирмы Siemens в частности Simatic S7-300
- Codesys для широкого диапазона контроллеров, в частности для ПЛК-150, ПЛК-154.

Выбор обусловлен широким их распространением, а так же наличием реальных контроллеров в лаборатории института.

Были проанализированы распространённые алгоритмы из стандартных библиотек выбранных кросс-средств, в качестве эталонна были выбраны библиотеки средства Редитор. В ходе анализа выявлялись недостатки, а так же предложения по их устранению. В каждой из сред существуют алгоритмы, реализация которых может быть улучшена, и на основе этого анализа используя лучшие стороны каждого программного средства можно создать алгоритм, который максимально исключает недостатки существующих алгоритмов.

Устранение недостатков алгоритмов, а так же создания отсутствующих алгоритмов можно осуществить путём добавления алгоритмов в пользовательскую библиотеку. Такая возможность существует в среде Codesys и Step 7. Для разработки универсальной библиотеки была выбрана среда Codesys, поскольку является более прозрачным для пользователя, чем коммерчески закрытый Step 7.

Создание пользовательских библиотек облегчит создание типовых программ, уменьшит количество ошибок при программировании, а так же снизит время, требующееся для разработки автоматических систем контроля и регулирования. Все это повысит эффективность использования промышленных контроллеров и их широкое распространение.

Список литературы.

1. В.Е. Зюбин Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3 и возможные альтернативы “Промышленные АСУ и контроллеры”. – №11. – 2005.– С.31-35
2. Бергер Ганс. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием LAD и FBD и программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400.
3. Петров И.В., "Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования" / Под ред. проф. В.П. Дьяконова.-М.:СОЛОН-Пресс, 2004. - 256с.
4. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3.
5. Микропроцессорный контроллер Ремиконт Р – 130. – М.: НИИТЕПЛОПРИБОР, 1990. – 330с.
6. Севастьянов Б.Г. Реализация циклограмм на контроллерах// Промышленные АСУ и контроллеры. 2012, № 7.-с.54-61.

7. Севастьянов Б.Г. Реализация дискретных систем управления на контроллерах.- Учебное пособие. Волгоград, 2011.-230с.
8. Севастьянов Б.Г. Программная реализация технологической сигнализации на промышленных контроллерах // Промышленные АСУ и контроллеры.-2012, № 8.-с.50-57.

## **СТРУЙНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ РАСХОДОВ ГАЗА**

*Кудряков Т.Ш.*

*Научный руководитель к.т.н, доцент В.В. Корзин*

Необходимость наличия приборов для измерения расхода и количества жидкости, газа и пара в мире, очевидна для любого человека занятого в технических отраслях и не только. Значение счетчиков и расходомеров жидкости, газа и пара велико. С развитием промышленности расходомерам стало уделяться всё больше внимания, что привело к увеличению их разновидностей как по физическим параметрам, так и по принципам действия.

Расходомеры требуются, прежде всего, для управления процессами производства. Без них нельзя обеспечить требуемый режим технологических процессов в энергетике, металлургии, в химической, нефтяной и многих других отраслях промышленности. Эти приборы используются, в том числе и для автоматизации производства и достижения максимальной эффективности.

Используя современные средства автоматизации на основе микропроцессорных устройств, можно вычислять значения расхода, автоматизировать процесс сбора, обработки и хранения данных о расходах жидкостей и газов. Программное обеспечение, с помощью которого реализованы функции контроллера, позволяет предоставлять данные в удобной форме, а высокая тактовая частота самого контроллера позволяет добиться высокой точности измерения.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДОГРЕВОМ ВОДЫ ДЛЯ ПРОЦЕССА ДЕАЭРАЦИИ**

*А.Г. Пан*

*Научный руководитель старший преподаватель Казакова Е.Г*

Процесс деаэрации воды крайне важен для производства ввиду того, что кислородная коррозия снижает надежность работы систем (разрушения металла оборудования, труб, арматуры и т.д., изготовленных из углеродистой и низколегированной стали, которые контактируют с водой), ухудшает качество продукции и приводит к удорожанию.

При проектировании и эксплуатации деаэрационных установок в качестве основного регулируемого параметра технологического процесса обычно принимается величина давления (разрежения) в деаэраторе или соответствующей ему температуры деаэрированной воды. Подразумевается, что принятый за оптимальный фиксированный уровень регулируемого параметра обеспечивает требуемое качество деаэрации воды. Поддержание рабочего давления или температуры деаэрированной воды в заданных пределах является крайне важным для поддержания качества деаэрации

Поддержания заданного режима работы процесса деаэрации, необходимо регулировать температуру воды для подачи в деаэрированную колонку деаэратора. Следовательно, объектом исследования в САУ был принят пластинчатый теплообменник. С его помощью происходит нагрев воды за счет подачи конденсата.

Рассчитанная математическая модель объекта управления имеет второй порядок. Анализ модели системы показал, что по критерию Калмана система управляема. Также анализ системы доказал, что система наблюдаема.

Найдены оптимальные параметры регулирования расхода конденсата для ПИ- и ПИД-регуляторов методами: аналитическим, по критерию «Sigma 5». Исследованы качество полученных замкнутых систем управления. В результате чего сделан вывод о том, что наилучшими показателями качества (статическая погрешность, перерегулирование, степень затухания, время переходного процесса и колебательность) обладает система с ПИ-регулятором, настроечные параметры которого рассчитаны методом «Sigma 5», именно данный регулятор обеспечит наилучшее управление.

Разработана имитационная модель в пространстве состояний в программном средстве CODESYS на языке стандарта МЭК. В ходе разработки данной модели были получены графики отражающие зависимость изменения расхода конденсата и температуры воды на выходе теплообменника по ПИ- закону регулирования

Список использованной литературы:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для ВУЗов. 12-е изд., стереотипное, доработанное. Перепечатка с девятого издания 1973 г. – М.: ООО ТИД “Альянс”, 2005, 753 с.
2. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии – М.: Химия, 1991, 496 с.
3. Полоцкий Л.М. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. – М.: Химия, 1982, 296 с.
4. Ульянов Б.А. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие – Ангарск: Издательство Ангарской государственной технической академии, 2005 г. – 903 с.
5. Медведева Л.И. Расчет оптимальных параметров настройки контурных систем. Учебное пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006 – 62 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТАУ»**

*Томкин Н.Ф.*

*Научный руководитель к.т.н., доцент Л.И. Медведева*

Целью данной работы является повышение эффективности обучения студентов технических специальностей в рамках курса «Теория автоматизированного управления» (ТАУ). Задачи, решаемые в работе это:

- исследование и анализ программных средств для реализации динамических характеристик;
- разработка лабораторных работ по дисциплине ТАУ на основе рассмотренных программных продуктов;
- исследование эффективность выполнения лабораторных работ различными программными средствами.

В условиях обучения приобретение практических навыков возможно в ходе лабораторных работ по той или иной дисциплине.

В настоящее время существует большое количество программных продуктов для имитационного моделирования динамических характеристик. Вот некоторые из них.

Пакет MATLAB/Simulink

Пакет VisSim

Пакет «Моделирование в технических устройствах»

Пакет TAU 2

Пакет SamSim

Пакет Multisim

Несмотря на то, что все программные средства похожи и служат достижению одинаковой цели, есть определённые показатели, по которым можно их сравнить

- Визуальное исполнение:

Можно сказать, что все программные средства кроме MBTU хорошо исполнены в плане визуализации их на экране монитора.

-Формат ввода:

Во всех программных средствах параметры передаточной функции задаются во всплывающем окне настройки объекта, которое вызывается с помощью двойного клика по объекту. -Использование стандартных блоков:

В любом программном средстве используются стандартные блоки и находятся они на видном месте.

-Интерфейс:

Интерфейс VisSim, SamSim, Multisim почти идентичен, удобен и прост. Интерфейс в MBTU неудобен, не прост в использовании и непонятен. Интерфейс TAU 2 отличается от всех программ, но он является и самым простым.

-Способ реализации:

Построение динамических характеристик в программах SamSim, MBTU, TAU 2 происходит в отдельном всплывающем окне. В остальных программных средствах всё происходит в одном рабочем окне.

-Язык меню:

В каждом из вышеперечисленных программных пакетов есть возможность использования как русского так и английского языков, что показывает универсальность использования этих программных средств.

Разрабатывается лабораторный комплекс состоящий из трёх лабораторных работ:

1) Исследование динамических характеристик линейных элементов системы управления.

2) Исследование критериев качества на базе замкнутых линейных систем.

3) Определение оптимальных параметров эффективности типовых управляющих устройств.

Для их выполнения выбираются два наиболее актуальных программных пакета MATLAB/Simulink и VisSim.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА КАБИНЫ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИИ»

В.Н. Платонов

Научный руководитель - д.т.н, профессор Гольцов А.С.

В современных отечественных автобусах, осуществляющих внутригородские перевозки пассажиров в условиях жаркого климата, не предусмотрены системы кондиционирования, а имеющиеся системы вентиляции не обеспечивают оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте водителей, несмотря на то, что это определено «Санитарными правилами по гигиене труда водителей» № 4616-88. Зарубежные разработки систем климат-контроля не устанавливаются на отечественные автобусы из-за высокой стоимости и из-за наукоёмких работ по настройке алгоритма регулирования мощности систем климат-контроля. В связи с этим разработка системы автоматического управления процессом кондиционирования является актуальной научной проблемой.

Целью работы является исследование автоматизированной системы кондиционирования.

Задачи, решаемые при создании автоматизированной системы кондиционирования:

- обзор существующих аналогов;
- изучение конструкции и элементов климатических установок;
- выбор системы, схем и алгоритмов управления;
- разработка математической модели для получения априорных показателей качества с целью оценки эффективности спроектированной системы;
- имитационное моделирование работы алгоритма управления;
- анализ результатов.

Строгой классификации систем кондиционирования нет. По принципу действия кондиционеры можно разделить на следующие: с воздушной холодильной машиной, термоэлектрические, испарительные абсорбционные, парожеткорные и пароконденционные.

Автомобильные системы кондиционирования делятся на два основных типа - кондиционер и климат-контроль (HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning). Отличаются они способом управления - в первом случае работой системы управляет механика, во втором - электроника. Широко применяются схемы автомобильных систем кондиционирования с аккумулятором холода. Заявка на такое изобретение рассмотрена в US6854513 B2, 15.03.2005.

В основу математической модели разрабатываемой системы управления кондиционированием положена система уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dT_c}{d\tau} = \left( -\frac{\alpha_i^e \cdot S_i}{c_e \rho_e V_e} - \frac{1,8 \cdot 1}{c_e \rho_e V_e} - \frac{c_e (G_n + G_s)}{c_e \rho_e V_e} \right) T_c + \frac{\alpha_i^e \cdot S_i}{c_e \rho_e V_e} T_i^{c.s.} + \frac{c_e (G_n + G_s)}{c_e \rho_e V_e} T_u + \frac{186 \cdot 1}{c_e \rho_e V_e} \\ \frac{dT_i^{c.s.}}{d\tau} = \frac{\alpha_i^e}{0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} T_c + \left( -\frac{\lambda_i}{\delta_i \cdot 0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} - \frac{\alpha_i^e}{0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} \right) T_i^{c.s.} + \frac{\lambda_i}{\delta_i \cdot 0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} T_i^{c.n.}; \\ \frac{dT_i^{c.n.}}{d\tau} = \frac{\lambda_i}{\delta_i \cdot 0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} T_i^{c.s.} + \left( -\frac{\alpha_i^h}{0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} - \frac{\lambda_i}{\delta_i \cdot 0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} \right) T_i^{c.n.} + \frac{\alpha_i^h \cdot T_n}{0,5 \cdot \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i} + \Sigma q \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $T_c$  – температура воздуха в кабине;

$T_i^{c.в.}, T_i^{c.н.}$  - температуры внутренней и наружной поверхностей  $i$ -й стенки соответственно;

$\alpha_в, \alpha_н$  - коэффициенты теплоотдачи от внутренней и наружной стенок кабины;

$\rho_i$  - степень освещенности внутренней поверхности  $i$ -й стенки кабины;

$\delta_i, c_i, \lambda_i$  - толщина, теплоемкость и коэффициент теплопроводности  $i$ -й стенки соответственно;

$S_i$  - площадь  $i$ -й стенки;

$G_в, G_н$  - расходы циркуляционного и свежего воздуха, проходящего через испаритель;

$T_u$  - температура воздуха на выходе из воздухораспределителя испарителя.

Для моделирования переходного процесса построена модель в пространстве состояний. Переменными состояниями являются температура стенки  $T_c$ , температуры внутренней и наружной поверхностей  $T_i^{c.в.}, T_i^{c.н.}$  для шести стенок ограждения кабины.

Управляющим воздействием является температура приточного воздуха от кондиционера  $T_n$ .

Оптимальные настройки регулятора и требуемое изменение переменных состояния может быть найдено минимизацией функционала обобщенной работы:

$$I = \sum_{k=0}^{\infty} e^2(t_k) + \alpha \cdot u^2(k) \rightarrow \min \quad (2)$$

где первое слагаемое представляет собой среднеквадратическую погрешность, а второе – мощность, необходимую для реализации управляющего воздействия. Весовой коэффициент  $\alpha$  определяет степень значимости (предпочтения) точности регулирования или энергетических затрат для регулирования.

В систему введено физическое ограничение по температуре выходного воздуха из кондиционера, которая должна быть не ниже 1 °С. Результаты моделирования переходного процесса для систем с адаптивным и постоянным регуляторами при наружной температуре воздуха 35 °С и постоянном расходе воздуха через вентилятор, равным 0,3 м<sup>3</sup>/с приведены на рисунках 1 и 2.

### Выводы:

Согласно результатам моделирования, в частности из рисунка 2 видно, что время удержания низкой температуры при работе адаптивного регулятора чуть меньше чем при работе постоянного регулятора, а температура выходного воздуха затем выше, что обуславливает меньшие энергозатраты на работу компрессора.

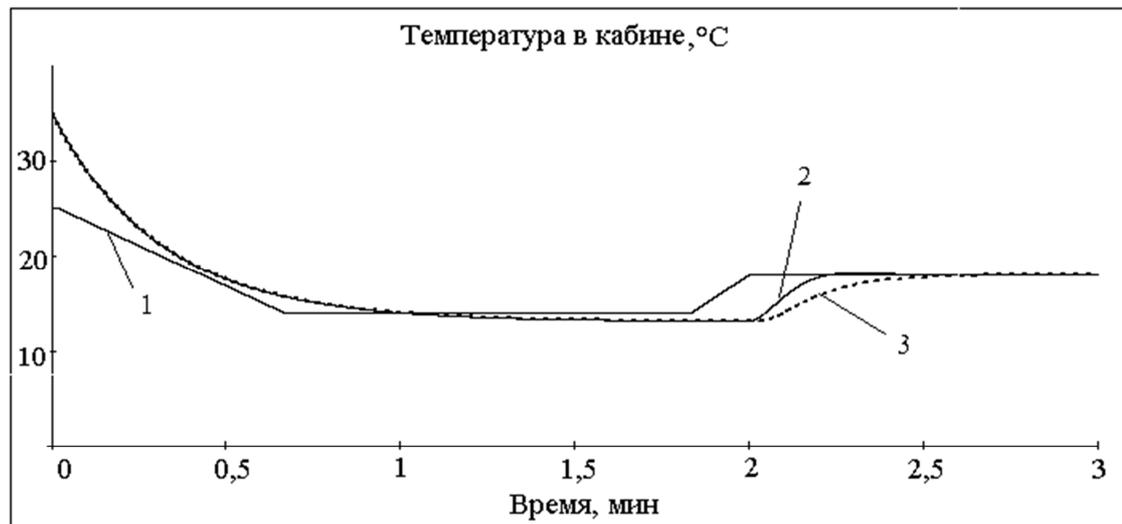


Рисунок 1 – Переходный процесс охлаждения воздуха в кабине: 1 – требуемая температура воздуха, 2 – работа системы с адаптивным регулятором, 3 – работа системы с постоянным регулятором.



Рисунок 2 – Изменение управляющее воздействие: 1 - выработанное системой с адаптивным регулятором; 2 – выработанное системой с постоянным регулятором.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КУБА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

*Сазонова С.В.*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Медведева Л.И.*

Ректификацию широко применяют в нефтяной, химической, пищевой и других отраслях промышленности. В магистерской диссертации рассматривается технологический процесс ректификации монометиланилина заданного состава, что составляет актуальность работы.

Целью работы является повышение качества готового продукта на выходе ректификационной колонны. Для достижения указанной цели в работе решены следующие задачи:

- 1) исследованы технологические особенности процесса ректификации монометиланилина и характеристики объекта управления;
- 2) разработана математическая модель куба ректификационной колонны;
- 3) исследована чувствительность разработанной модели и определены наиболее влияющие на нее факторы;
- 4) проверена математическая модель объекта управления на других выборках данных.

Методы исследования: теория автоматического управления, моделирования систем, методы оптимизационного управления, методы теории чувствительности в автоматическом управлении.

Развитие техники позволило использовать современный математический аппарат для описания процессов протекающих в ректификационной колонне. Новизну работы составляет использование метода пространства состояний для математического моделирования ректификационной колонны, который позволяет учитывать несколько возмущающих воздействий и нелинейность объекта управления.

Практическая ценность состоит в определении наиболее влияющих факторов на технологические параметры куба ректификационной колонны и составлении математической модели объекта управления.

Основные положения выбранной тематики работы докладывались на: V Международной научной конференции: Научный потенциал XXI века, г.Ставрополь, 2011; 17-й Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов г. Волжского, 2011.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Математическая модель куба ректификационной колонны, сформированная по уравнениям материального и теплового балансов
2. Математическая модель куба ректификационной колонны в пространстве состояний по методу авторегрессии - скользящего среднего
3. Результаты исследования чувствительности, построенной модели, к технологическим параметрам колонны.

Основное содержание диссертации отражено в пяти печатных работах, две из которых статьи в журналах, учитываемых ВАК Минобрнауки РФ как печатный труд (центральная печать).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и списка используемых источников.

Основные результаты работы:

1. Проведен анализ характеристик и особенностей управления ректификационной колонны. Ректификационная колонна является многомерным и сложным объектом управления.
2. Разработана математическая модель куба ректификационной колонны. Проведено моделирование разработанной модели в среде MathCAD. Учтена нелинейность объекта управления и добавлено апериодическое звено в описание температуры.
3. Исследована чувствительность разработанной модели и определены наиболее влияющие на нее факторы. Для температуры куба колонны самыми значимыми являются параметры: давление пара в выносном кипятильнике и температура питания (исходной смеси, подающейся на разделение в колонну). Наибольшее влияние на уровень в кубе колонны оказывают расход флегмы и флегмовое число, на грани значимости фактор – расход дистиллята.
4. Проверена математическая модель объекта управления на других выборках данных. Исходя из которой выявлено отслеживание динамики изменения реальных измеренных значений и оценена небольшая погрешность модели (0,5 °C и 1,5 °C). Сделан вывод о том, что модель адекватна.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Сазонова С.В., Медведева Л.И. Математическое моделирование объекта управления – ректификационной колонны // Тезисы докладов конференции – конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград, 23-26 октября 2012 г. С. 24
2. С. В. Сазонова, Л. И. Медведева, А. С. Гольцов. Математическое описание объекта управления в процессе автоматизации ректификационной колонны // Вестник магистратуры. – 2012. – № 8(11). С. 7 -10.
3. Сазонова С.В., Медведева Л.И., Силаев А.А. Способ математического описания температурного режима куба ректификационной колонны в пространстве состояний // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2013. – №4. С. 50- 53.
4. Сборник V Международной научной конференции: Научный потенциал XXI века, г. Ставрополь, 2011;
5. Сборник материалов 17-й Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов г. Волжского, 2011.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШТАБЕЛЁРОМ (УКЛАДЧИКОМ) НА СТАДИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Чеботков В.Е.

Научный руководитель старший преподаватель Е.Г. Казакова

Рассмотрены виды укладчиков и системы управления. Рассмотрена система управления штабелёром (укладчиком) на стадии горизонтального перемещения. Так как реальный штабелёр характеризуется резким торможением в работе необходимо разработать систему для обеспечения плавного торможения.

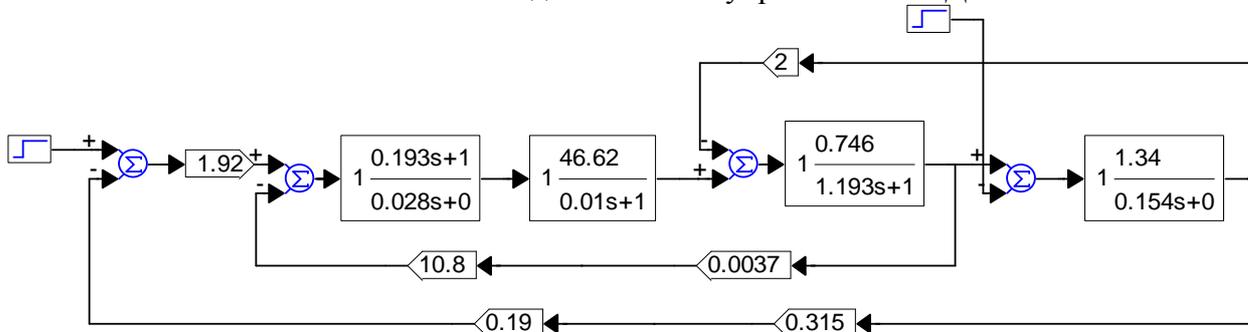
Управление краном-штабелёром происходит при помощи трёх преобразователей, которые управляют электродвигателями машины и магнитом: преобразователь трансляции, преобразователь подъёма-спуска, преобразователь захватного механизма.

Для реализации цели работы «исследовать автоматизированную систему управления укладчика на стадии горизонтального перемещения» ставим следующие задачи:

1. Рассмотреть систему управления на стадии горизонтального перемещения.
2. Определить объект управления.
3. Составить математическую модель системы управления.
4. Проверить адекватность модели.

По результатам исследования определена система управления на стадии горизонтального перемещения. В качестве объекта управления выбран двигатель постоянного тока (2ПФ-2SOL), в качестве управляющего устройства выбран тиристорный преобразователь, параметры которого рассчитаны в работе.

Составлена математическая модель системы управления ТП-Д



Проведена проверка модели на адекватность.

Список литературы

1. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и механизмов установок шахт и рудников. — М.: Недра, 1987, с.42 - 46, с. 51 - 55, с. 70 - 79.
2. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода. — М.: Энергоиздат, 1981, с. 462- 475, с. 462 - 476, с. 481 - 483.
3. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами. — Л.: Энергоиздат, 1982, с. 17- 21, с. 30 - 33, с. 42 - 46, с. 59 - 64.
4. Справочник по автоматизированному электроприводу/ Под ред. В. А. Елисева и А. В. Шинянского— М.: Энергоатомиздат, 1983
5. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник/ И. Х. Евзеров, Горобец, Б. М. Мошкович и др.; Под ред. В. М. Перельмутера. — М.: Энергоатомиздат, 1988.

6. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами/ Под ред. В. И. Круповича, Ю. Г. Барыбина, М. Л. Самовера— М.: Энергоиздат, 1982
7. Справочник по электрическим машинам в 2-х томах/ Под ред. И. Л. Копылова, Б. К. Ключева. — М.: Энергоатомиздат, 1989.
8. Электротехнический справочник в 3-х томах (т. 2; т. 3 (кн. 2))/ Под ред. В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского В. А. Лабунцова и др. —Энергоатомиздат, 1986.
9. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник/ В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев, В. М. Петухов. — М.: Радио и связь. 1988.
10. Александров К. К., Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы: Справочник. — М.: Энергоатомиздат, 1990.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА

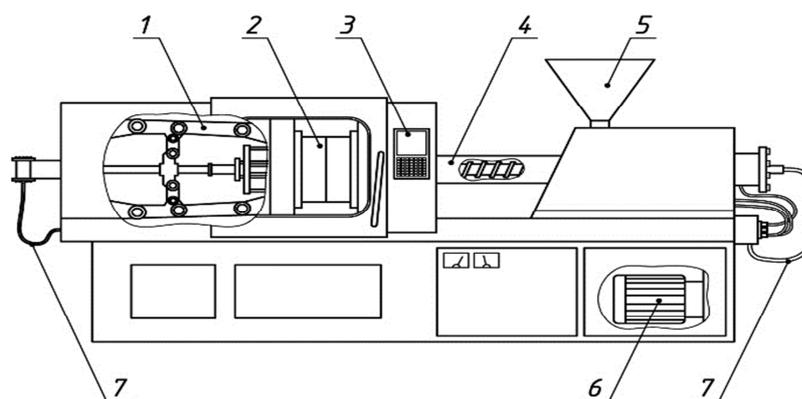
*Хачатрян П.А.*

Термопластавтоматы очень актуальны на сегодняшний день. Ими пользуются многие ведущие предприятия по изготовлению различных изделий из пластмасс (корпуса стиральных машин, ящики, бочки и т.д.).

По определению термопластавтомат - инжекционно-литьевая [машина](#), применяемая для изготовления деталей из [термопластов](#) методом литья под давлением. В настоящее время более трети штучных изделий из полимерных материалов в мире производится с использованием термопластавтоматов. Более половины номенклатуры оборудования, применяемого в переработке [полимеров](#), предназначено для литья под давлением.

Собственно говоря, литье под давлением – процесс, во время которого материал переводится в вязко-текучее состояние и затем впрыскивается под давлением в форму, где происходит оформление изделия.

Схема термопластавтомата:



где, 1 - Узел смыкания, 2 - Пресс-форма, 3 - Блок ЧПУ, 4 - Узел пластикации, 5 - Загрузочный бункер. 6 - Двигатель. 7 - Гидравлическая система.

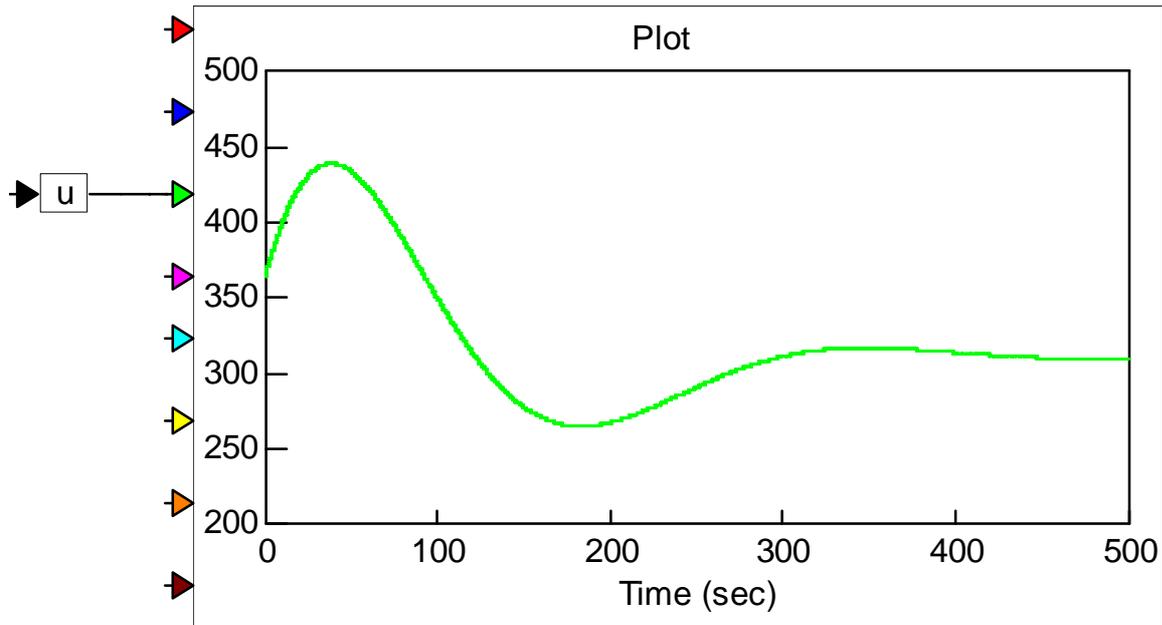
### Цель работы:

Для исследования системы автоматического регулирования температуры в рабочей зоне термопластавтомата был выбран экспериментальный метод построения модели.

Объектом управления является термопластавтомат, регулируемым параметром является температура. Математическая модель была получена по кривой разгона, при помощи экспериментальных данных.

### Результат:

После ряда вычислений, был получен график изменения управляющего воздействия в процессе регулирования.



Таким образом, перерегулирование составляет 5,2%, что в 1,9 раз меньше чем в исходной СУ, а время регулирования 136 с, что на 74с меньше чем в исходной СУ.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ

*Худяков И.А.*

*Научный руководитель Корзин В.В.*

### Краткое вступление, постановка проблемы

Опреснение воды — удаление из воды растворённых в ней солей с целью сделать её пригодной для питья или для выполнения технических задач. Актуальность темы заключается в необходимости получения опресненной воды для использования во многих сферах общественной жизни, например строительстве, медицине, пищевой сфере и др.

### Цель работы

Исследование процесса опреснения воды методом обратного осмоса. Для реализации этой цели ставим следующие задачи: 1)исследовать объект управления;2)изучить систему автоматического регулирования температуры; 3)разработать математическое описание объекта.

### **Базовые положения исследования**

Объектами исследования - патроны обратного осмоса. Работа этих патронов в технологическом процессе имеет непосредственное влияние на качество готового продукта и производительность всей системы в целом. С целью исследования работы системы автоматического регулирования строится математическая модель объекта управления.

На показатели эффективного качества очищаемой воды большое значение имеет проводимость воды, она определяет степень чистоты воды. Проводимость является существенным параметром, который использован в качестве регулируемого параметра. Регулирование проводимости воды происходит в пределах 10-20 мкСм/см. Регулирование проводимости в процессе опреснения осуществляется путем регулирования температуры.

Система автоматического регулирования представляет собой замкнутую цепь, состоящую из объекта, измерительного преобразователя, регулирующего устройства и исполнительного механизма. Возмущающее воздействие приводит к отклонению регулируемой технологической величины – проводимости от заданного значения.

Для определения передаточной функции объекта используется метод площадей.

Для данного объекта управления, описываемого передаточной функцией, определяются оптимальные параметры настройки пропорционально - интегрального и пропорционально-интегрально-дифференциального алгоритма регулирования.

### **Промежуточные результаты**

Методом активного эксперимента была рассчитана передаточная функция объекта управления, согласно которой объект имеет 3-й порядок с транспортным запаздыванием 2 секунды. Согласно проведенным имитационным исследованием в программном средстве VisSim, рассчитанная передаточная функция адекватна исходному объекту, так как погрешность составляет 1,46 %.

В программном средстве VisSim произведено исследование системы автоматического управления. Использование ПИ-регулятора неоптимально, так как график переходного процесса является расходящимся

Согласно проверке системы с ПИД-регулятором на качество, перерегулирование не превышает 40%, время переходного процесса равно 59 сек, следовательно, передаточная функция объекта управления и параметры настроек алгоритма ПИД-регулирования удовлетворительны.

### **Основной результат**

В работе исследован процесс опреснения воды методом обратного осмоса.

В работе описана система автоматического регулирования температуры поступающей в объект управления воды, рассчитаны коэффициенты настройки ПИ-, ПИД-регуляторов. Внедрение в нашу систему ПИД-регулятора позволит сократить время регулирования процесса на 2 секунды.

Объект регулирования требует дальнейшего исследования. Необходимо совершенствование технологических средств процесса для достижения наибольшей эффективности и производительности всего процесса. Одним из путей совершенствования системы очистки воды методом обратного осмоса является совершенствование способов отвода концентрата от мембран в ходе процесса.

Список использованной литературы:

1) Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация/ Ю.И. Дытнерский.- М.: Химия, 1978.-347 с.

2) Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет/ Ю.И. Дытнерский.-М.:Химия, 1986.- 271с.

3) Установки обратного осмоса. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medfilter.ru/kh1.html> (дата обращения: 05.12.2012).

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ «NOVITER»**

*В.Н. Шкляр*  
*Научный руководитель - старший преподаватель А.В. Савчиц.*

Теплоэнергетические установки характеризуются непрерывностью протекающих в них процессов. При этом выработка тепловой энергии в любой момент времени должна соответствовать потреблению (нагрузке). Особое значение придается вопросам автоматизации теплоэнергетических процессов в связи с взрыво- и пожароопасностью перерабатываемых веществ, с необходимостью предотвращения вредных выбросов в окружающую среду.

Целью данной работы является разработка системы управления котельной «NOVITER» с целью повышения экономической эффективности.

Требования к поддержанию режимных и особенно выходных параметров является обязательным условием проведения технологического процесса.

Контролю и регулированию подлежат параметры, характеризующие протекание технологического процесса в отдельных аппаратах. К этим параметрам относятся:

- давления газа;
- давление пара в котле;
- давление в сети отопления;
- уровень воды в котле, в деаэраторе, в вытяжном баке, в баке доп. воды;
- рН воды в деаэраторе, в баке дополнительной воды;
- температура в деаэраторе, в вытяжном баке, в сети отопления, в сети ГВС, в помещении котельной, на улице;
- расход в сети ГВС;
- контроль пламени.

На основе проведенного анализа научной и научно-технической литературы и патентов, для реализуемого проекта была выбрана централизованная система управления малой котельной на базе модульного контроллера.

Для системы управления был выбран контроллер ВЕСКНОFF СХ. Контроллеры ВЕСКНОFF СХ – это модульные программируемые контроллеры, предназначенные для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности. Программирование контроллера ВЕСКНОFF СХ осуществляется средой TwinCAT. Программирование контроллеров в TwinCat производится в стандарте МЭК 61131-3.

Измерительная информация от датчиков в контроллер будет поступать по сетевому интерфейсу RS-485, управляющие воздействия так же будут передаваться по сетевому интерфейсу.

Пуск двигателей будет осуществляться с помощью устройств плавного пуска, что позволит снизить затраты на электроэнергию.

Информация с контроллера будет передаваться на панель оператора и рабочую станцию для отображения и архивирования.

Для разрабатываемой САУ составили математическое описание пластинчатого теплообменника, как выбранного объекта автоматического регулирования. Применив аналитический метод, состоящий в определении характеристик реального объекта из составленной математической модели по дифференциальным уравнениям.

Получили общую передаточную функцию объекта управления. Кривая нагрева, полученная по аналитической математической модели, представлена на рисунке 1.

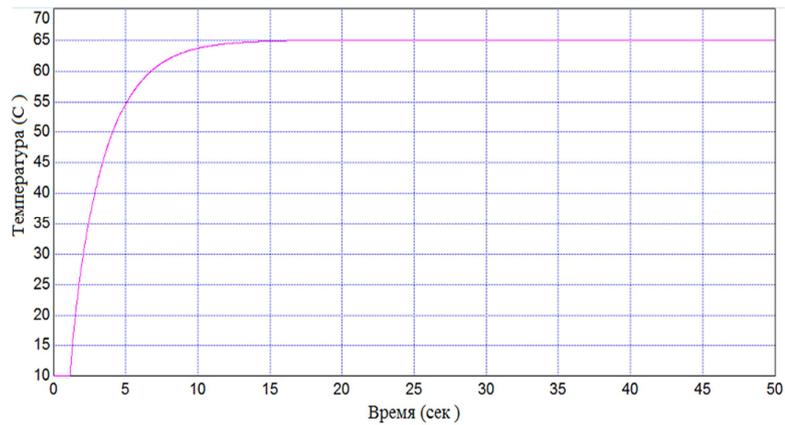


Рис.1. Кривая нагрева

Исследовав систему на управляемость, наблюдаемость, устойчивость. На основании этого сделали вывод, что система управляема, наблюдаема и устойчива.

Так как в объекте управления отсутствует, поступление частых и резких возмущений, выбираем для моделируемой системы управления ПИ-регулятор.

Определив коэффициенты ПИ – регулятора и проведя анализ эффективности системы. Делаем выводы, что увеличено быстродействие и введение ПИ-регулятора позволило сократить время достижения задания.

Проведя экономическое обоснование технического решения проекта, делаем вывод. Что разработка и внедрение технических решений по проекту позволит получить следующие результаты:

- Капитальные затраты на осуществление проекта  $K_2 = 1,279$ млн.руб.;
- Годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_T = 317,4$  тыс. руб.;
- Рентабельности капитальных затрат по проекту  $P_{K2} = 25\%$ ;

$$T_{OK} = 4 \text{ года.}$$

- Срок окупаемости капитальных вложений

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что система управления котельной «NOVITER», созданная на базе микропроцессорной техники с использованием современного оборудования в области автоматизации технологических производственных процессов, будет удовлетворять заданным требованиям.